A DEVELOPMENT OF AN EXTRA SCIENCE CURRICULUM WITH EMPHASIS ON COMMUNITY RESOURCES

A DISSERTATION

BY

CHANAWAT BUNNAG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Doctor of Education Degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

August 2005

Copyright 2005 by Srinakharinwirot University

The Dissertation titled

"A Development of an Extra Science Curriculum with Emphasis on Community Resources."

by

Mr. Chanawat Bunnag

has approved by the Graduate School as partial fulfillment of the requirements for the Doctor of Education degree in Science Education of Srinakharinwirot University

..... Dean of the Graduate School

(Assistant Professor Dr. Pensiri Jeradechakul)

Date 25 August 2005

Oral Defense Committee:

..... Chair

(Associate Professor Dr.Nason Phonphok)

..... Co-Advisor

(Associate Professor Dr. Kanjana Chookruvong)

..... Co-advisor

(Dr. Manat Boonprakob)

..... Reader

(Dr. Parin Chaivisuthangkura)

..... Reader

(Assistant Professor Dr. Pimpan Dachakupt)

This study was financially supported by
The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) and
Srinakharinwirot University

ACKNOWLEDGEMENTS

I would first like to express my loyal gratitude to HRH Princess Maha Chakri Sirindhorn for providing me with a great opportunity to pursue this doctoral study.

I would like to express my sincere appreciation to my research committee for their invaluable guidance, comments and encouragement they provided throughout my research especially to Associate Professor Dr. Nason Phonphok, chairperson, Associate Professor Dr. Kanjana Chookruvong and Dr. Manat Boonprakob my co-advisors.

I am most thankful to my professors at Sheffield Hallam University in the United Kingdom for their assistance and academic expertise. I am enormously grateful to Dr Neil McKay, my supervisor, for his professional advice and enthusiastic encouragement; Dr Richard Walton (Reader in Education) for his vast knowledge in science education and his comments. Also, I would like to thank my readers, Dr. Parin Chaivisuthangkura and Assistant Professor Dr. Pimpan Dachakupt for their valuable comments and suggestions; Associate Professor Dr. Prayaong Pongthongchareon, former Director of Science Education Center, SWU, and his staff; and the Institute for Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), for providing the much needed financial support of my studies at Srinakarinwirot University and Sheffield Hallam University.

My heartfelt gratitude is extended to Thanpuying Angkab Punyashthiti, Principal of Chitralada School and Khunying Charmaree Snidvongs, Deputy Principal of Chitralada School for their warm encouragement and support throughout my research.

My appreciation is also extended to those who participated in my thesis: Miss Praparat Singhasena, Miss Kobnual Chittinand, Dr Sunanta Manusmonkol, Mr. Adisak Singseewo; and my English language advisors: Dr Songsamorn Savasti, Mr. Geoffrey P. Hattersley, Miss Chiraporn Wacharasindhu and Mr. Virulh Hutavadhana.

I extend special thanks to my Chitralada colleagues, friends, and other doctoral students in the Science Education Programme, SWU for their assistance and support.

Finally, I owe a debt of gratitude to my sister, Assistant Professor Sirima Bunnag for her love, support and encouragement through my doctoral study. I wish to dedicate this dissertation in the memory of my late parents Professor Patchai Bunnag and Mrs. Chongdee Bunnag, and my beloved aunts, Asst. Professor Dr Prachiad

Bunnag and Miss Prajit Bunnag for their unlimited love and unwavering support throughout my life.

Chanawat Bunnag

TABLE OF CONTENTS

Chapter		Page
1	Introduction	
	Background	1
	Purpose of the study	8
	Scope of the study	8
	Research Questions	9
	Significant of the study	10
	Limitation of the study	10
	Hypotheses	13
2	Review literature	
	Curriculum and Curriculum Development	14
	Science instruction theory	18
	Science out of classroom, Community resources	36
	The Royal Chitralada Projects	43
	Milk and Milk products	44
	Dairy Processing	45
	Milk Quality Control	46
	Science achievement	48
	Science process skills	51
	Scientific attitudes and Attitudes towards science	54
	Assessment	56
	Research framework	60
3	Research Methodology	
	Review literature	63
	Curriculum development and document concerning an extra science curriculum	64
	Develop research instruments and validate	66

TABLE OF CONTENTS (Continued)

Chapter		Page
3(continued)	Evaluate an extra science curriculum from the result of the implementation of the curriculum with Year 8 (MS 2) experimental students	73
	Analyze Data and validation	75
4	Findings	
	Curriculum development: the findings of developing the draft Curriculum	76
	The assessment of the draft curriculum before Implementation	77
	Curriculum implementation	81
5	Conclusions and Discussion	
	Purpose of the study	92
	Research Hypotheses	92
	Research Instruments	93
	Research Procedures	93
	Conclusions	96
	Discussions	98
	Recommendations	104
BIBLIOGRAPHY		108
APPENDIX		124
1	List of experts for research instrument	125
2	Research instruments	127
3	An extra science curriculum with emphasis on community resources	158
4	Units of learning	184
5	Details of group working data	231
6	Pictures of learning activities	234
7	Sample of Students' works	238

TABLE OF CONTENTS (Continued)

Chapter	Page
VITAE	254

LIST OF TABLES

Table		Page
1	OVERVIEW OF APPROACH	65
2	SCIENTIFIC ATTITUDE QUESTIONNAIRE CRITERIA	72
3	RESEARCH METODOLOGY FOR ACHIEVEMENT OF STUDENTS	73
4	RESEARCH METODOLOGY FOR SCIENCE PROCESS SKILLS	74
5	RESEARCH METODOLOGY FOR SCIENTIFIC ATTITUDES	74
6	LEVEL OF SUITABILTY OF THE DRAFT CURRICULUM	77
7	CONSISTENCY OF THE DRAFT CURRICULUM	80
8	EXPERT' SUGGESTIONS ON THE DRAFT CURRICULUM	81
9	PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' ACHIEVEMENT	82
10	T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' ACHIEVEMENT	83
11	PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS	84
12	T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS	84
13	SCIENTIFIC ATTITUDES BEFORE AND AFTER IMPLEMENTATION	85
14	T-TEST RESULTS OF SCIENTIFIC ATTITUDES BEFORE AND AFTER IMPLEMENTATION	86
15	RESULT OF THE BEHAVIORAL OBSERVATION ON FIELD TRIP TO COMMUNITY RESOURCES	87
16	RESULT OF GROUP WORKING (COOPERATIVE LEARNING) BY THREE GROUPS OF ASSESSORS	88
17	RESULTS OF THE PRESENTAION AFTER LEARNING ACTIVITY BY THREE GROUPS OF ASSESSORS	89
18	RESULT OF SCIENCE COMMUNICATION (PRESENTATION BY POWERPOINT PROGRAM)	90
19	RESULT OF SCIENCE COMMUNICATION (POSTER)	91

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Model of the process of curriculum development	18
2	Active learning Model (Fink, 1999: online)	20
3	Relationships of new investigation of phenomena in nature, scientific processes, scientific attitudes and science products. (Carin and Sund :1975)	36
4	Steps of experimentation	53
5	Research framework	62

Chapter 1

Introduction

Background

The main objective of education is to create a person who will be able to lead a good and useful life. Educators do this by preparing various learning processes for the student, which will make him/her an expert in a particular field of knowledge. It is hoped that the student will not only use that knowledge to improve his life but also improve the society he lives in. In each science or subject area, we aim to develop certain qualities which are necessary for success in that field – such as qualities of a good scientist or a good doctor. Turner and DiMarco (1998: 19 – 41) state that the science curriculum should portray science as it is, relating it to the day-to-day life of the pupil and revealing some of the interplay between science and society. In the modern world, where society is surrounded by such scientific activities as science-based work, there is a need for everyone to gain science literacy. Also, a certain extent of scientific knowledge for Thai people is inevitable. Thais are required to have this kind of knowledge and pay more attention to science education in order to survive in the world of today. According to The United States National Science Education Standard (1996: 11 – 12) which states that "An understanding of science will help everyone realize the abundance and diversity of the natural world. Science literacy enables people to use scientific principles and processes to make a personal decision, as well as, to join in scientific discussion that affects society. Strong basic knowledge of science will improve people's prior skills in many ways, such as to solve problems creatively, to think critically, to work in a team, to use technology effectively, and to realize the importance of learning throughout one's life."

To achieve our objective, schools should offer as much freedom and as many choices as possible, especially in terms of the learning process, content and course management. This requires co-operation of all concerned: the government, the local community, school, individual families and many other social institutions. Learning and development is a part of one's life, in all aspects – knowledge, wisdom, behaviour and morals.

For a long time, since Thailand adopted the National Economic Plan I, education has been under the centralized control of the government and its

bureaucracy. Education is the government's major tool in developing the country. Yet there have been many obstacles in using this tool, it has faced problems in many areas: educational service policy, teaching and learning, and evaluation. These have hindered efforts of many who want to develop their own local community. The learning process is one of the major problems. The National Education Committee presented that Thailand's science education is expressed in two ways: the traditional curriculum and the real-life learning. The first category is still commonly practised in Thai schools. Science is considered a large part of subject matter the teachers give to their students. Then, from the students' point of view, science is a kind of rote learning, consisting of contents, principles, formulas, and techniques to memorize in order to answer questions. This way of learning is not good enough to make practical scientists of the students. Real science education should be like a journey into the world of wisdom. The students should feel excited whenever they discover something by themselves. They should have intellectual curiosity and enthusiasm about how to find the answers to their questions. However, in the traditional way of learning, they rarely have a chance to ask for anything that they really want to know. (The Office of the National Education Commission. 1998)

The result of **TIMMS** 1999 has shown that Thai student's score of science and mathematics are lower than that of the neighbours. This means that the quality of science learning and teaching is considered to be a serious problem. The Entrance examination process that measures only knowledge in content means that, school emphasises student knowledge as much as possible. Skills, science processes and science attitudes are left behind. Also lessons taught in school do not have relevance to the way of life in the community.

Kaewdang (n.d.) states in "Learning for the New Century" that Thailand's education system has long emphasized on "chalk and talk" pedagogy, rote learning, placed an importance on school education with teachers as the centre of teaching-learning activities. Even worse, the knowledge provided is not relevant to the need of learner and community.

This fact has consequently slowed down or impeded development in other areas: economic, social, political and environmental. So far, there has not been any effective solution, the problems have continued and have become more and more severe.

National Science and Technology Development Agency (2000: 1 – 6) stated that according to the research conducted by the International Institute for Management Development (IMD) Thailand's ranking in the field of science and technology has been lowered for the previous three years and is last in the list for the year 2000 report.

The present Educational Reform seeks to attack such problems and continues on with the development of the country as a whole – a full and quality major reform. The new National Education Act of B.E. 2542 was officially adopted this year.

Chapter 1 General Provision: Objective and Principles reads:

> *"...Section7 The learning process shall aim at inculcating sound awareness of politics; democratic system of government under a constitutional monarchy; ability to protect and promote their rights, responsibilities, freedom, respect of the rule of law, equality, and human dignity; pride in Thai identity; ability to protect public and national interests; promotion of religion, art, national culture, sports, local wisdom, Thai wisdom and universal knowledge; inculcating ability to preserve natural resources and the environment; ability to earn a living; self-reliance; creativity; and acquiring thirst for knowledge and capability of self-learning on a continuous basis. "*
>
> (Office of the National Education Commission. 1999: 4)

According to the new Act, the problem of irrelevance will be attended to. Learning will instil a desirable awareness and encourage 'local wisdom' or 'community resource'. Teaching and learning will have to bring in local knowledge, integrate it into the curriculum for the learners and look for the best ways to improve one's own community.

Partridge (2003: 56 – 57) states that the teacher should encourage students to experience science for themselves – through class trips, or by encouraging students (and parents) to visit a science centre or museum.

Woolnough (1994: 45) states that School science teaching can become limited by the school environment, using only the resources that science teachers can bring through there own expertise and teaching skills and through the laboratory equipment available in the school laboratory. To overcome this limitation teachers have increasingly been looking to widen their students' experience by utilising the resources of local industry.

Michie (1998: 43 – 50) states that a series of interviews with 28 secondary science teachers was used to determine the influences on those teachers to take field trips. The interviews were evaluated using an interpretivist methodology and indicate a range of influences. Science teachers are in general willing to use field trips as part of their pedagogy because they feel that their students need hands-on, real life experiences or to examine applications of science which augment their class room studies.

Kaewdany (n.d.) suggests that Education in the year 2000 should aim at the full development of Thai People in all aspects: Physical and mental health; intellect; knowledge; morality; and a desirable way of life so as to be able to live in harmony with other people. This is the objective of our education. We do not want our citizens who know "what" but not "how" and "why". We do not want a machine-like human being or a walking dictionary, and we should not compel our children to learn the things that do not suit their needs and aptitudes. We do need children to learn happily, to achieve a balance integration of intelligence and integrity. To be an intelligent person, they must know not only modern or western knowledge but also **Thai wisdom.** Also in the world of competition, our children must know how to acquire information, how to think and how to solve the problems. To be a person of integrity, they must sympathize with other people, be equipped with morality, discipline, and be a responsible citizen. They must be able to balance their lives well while extending help to other people.

Researcher teaches science at Chitralada School. The school's community includes the Royal Chitralada Projects which are situated a few hundred metres away. Therefore, by emphasizing the Projects into the school's science curriculum (from K-12) will instil the students with an appropriate awareness of our democratic system of government under a constitutional monarchy and local wisdom. The students will also learn about project management and organization. They will be able to see for themselves the importance of the projects. This direct experience and contact will create an understanding, which will encourage them to support and promote the Royal Projects and its achievements, which in turn will benefit the country as a whole.

In addition, in order to create such awareness to the students, teaching and learning styles are another important factor.

In developing teaching, it is important to motivate student to be interested in science as Turne and DiMarco (1998: 90) state that a powerful motivating factor in

science class is practical work. Science teaching has an advantage over many curriculum subjects because of the importance attributed by teachers to the active participation of pupils.

Alsop and Hicks (2001: 86 – 87) state that the significance of promoting 'active learning' is widely recognized. Educational research has demonstrated the success of teaching and learning activities that actively and collaboratively engage children in the learning process.

The style which should be applied to the science lesson should incorporate integrated knowledge from community resources 'The Royal Chitralada project' and to study how it works. The learning and teaching strategy which can be an alternative for science teaching is to make a trip to visit educational resources.

Alsop and Hicks (2001: 85) suggest 72 teaching and learning strategies. If teachers choose some strategies which include day trips they will make life a lot easier and make teaching more enjoyable.

Kaewdang (n.d.) suggests that the old education system is not entirely bad. But in the age of advancing information technology and of world competition, education should not be restrained only to the classroom. Teachers are not the sole knowledge source. Education must aim at cultivating within students skills of searching for knowledge through self-learning so that they can learn continually at any time and anyplace throughout their lives.

Falk (2001: 4) states on science learning in "Free-Choice Science Education. How we learn Science outside of school" that Science, in particular, is a topic not easily confined to school hours and years. Both the process and content of science is ever-changing. Because of this constant, in fact ever-accelerating, rate of change, science is a subject that requires a lifelong commitment in order to remain literate and current. Fortunately, myriad resources committed to facilitating public understanding of science regularly provide current science information for public consumption. Accordingly, the American public currently learns science from a wide range of sources, including the formal education system, libraries, and museums.

Brice Heath & Smyth; Epstein (2001) state that research strongly suggests that the more the separate influential spheres of family, school work, elective learning overlap in people's lives, the more likely they are to become successful lifelong learners (Falk. 2001: 4 ; citing Brice Heath & Smyth; Epstein. 2001)

Knapp (2001) states about science learning that the more these various components work together toward improving the quality of science education, the more likely all will be successful. (Falk. 2001: 4 ; citing Knapp. 2001)

Falk (2001: 6) uses the term of "Free-Choice learning" to refer to the type of learning that occurs most frequently outside of school; in particular, Free-Choice learning refer to the type of learning typically facilitated by museums, science centres, a wide range of community-based organizations, and print and electronic media including the internet.

The new National Education Act of B.E. 2542 was officially adopted this year. Chapter 4 National Education guideline (Office of the National Education Commission, 1999: 10)

> *".. Section 22 Education shall be based on the principle that all learners are capable of learning and self-development, and are regarded as being most important. The teaching-learning process shall aim at enabling the learners to develop themselves at their own pace and to the best of their potentiality."*
>
> (Office of the National Education Commission. 1999: 10)

The statement of section 22 assures that each individual has potentiality for learning and is regarded as the centre of teaching-learning activities. It means that the new style of approach should focus on student-centred learning.

The teaching style which is good can be a pilot project for other science lessons and other subjects as well.

More over, another thing that will be able to upgrade science and technology from the lowest rank is the public understanding of science. Falk (2001: 8 – 9) stated that science, both as a way of thought and as a cultural tool, has grown to dominate our daily lives.

Falk (2001: 9) gives the definition of public understanding of science that public refers to people of all ages; understanding is a four-part concept that includes appreciation, access to information, ability to analyze, and ability to take appropriate action; and science includes all the natural and social science, including engineering, mathematics, and health.

If Thailand moves on how to improve teaching-learning style and also the public understanding of science, it will be good for the future development of the Thai people.

Thailand is an agricultural country. Seventy percent of the population earns their living in the agricultural industry. As the population increases, the area of available farmland decreased. However farming is still the main livelihood of most Thai people.

His Majesty the King Bhumipol Adulyadej has dedicated his work to the poorer people and has been very determined in his efforts to develop and make the most of the existing traditional knowledge and technologies. His Majesty takes a personal interest in research, setting an example for his people as a model scientist. All his experiments have been aimed at helping and developing Thai farming.

His Majesty the King has travelled extensively around the nation to learn about his people and their way of life. Whenever a disaster strikes a particular area, His Majesty visits his people to see and find for himself what needs to be done. It is during such trips and visits that His Majesty takes notes of things of interest. He would study them, conducts experiments and send back the findings or results to be put into practice. The Royal Chitralada Projects is a national research centre for these studies and research. The projects are experimental, pilot and non-profit oriented.

The Royal projects have been His Majesty's response to his people. He has truly listened and heard the Thai people's problems in farming and animal husbandry. His Majesty is always working for the needs of his people which are wide-ranging. The projects therefore cover various areas. Aside from experimenting with new crops or farming methods, His Majesty the King is interested in meteorology and water sources which are crucial for farmers.

His Majesty the King is always working in the country, the forests and remote areas, leading a commoner's life. He is a hard-working King looking after the welfare of his people.

He has given up areas within his residential palace grounds and set up a miniature replica of Thailand, with different types of agricultural projects found in the central, north, north-east and south of the country. He has also invited in many private as well as governmental organizations to participate and work together in these projects.

The Royal Chitralada Projects are mainly agricultural projects focusing on the valuable existing agricultural and natural resources of Thailand. The projects

emphasize the importance of careful and wise use of these resources. The projects are designed to use simple production process while at the same time using new advance technologies to conduct research. For all the projects His Majesty has emphasized simplicity and economy with maximum results.

If the Royal Chitralada Projects can be used as community resources for the science curriculum, which focuses on student-centred and active learning, that greatly helps promote science education in the school.

Purpose of the study

The purposes of the study are summarized as follows :

1) To develop an extra science curriculum with emphasis on community resources. This satisfies the requirement in Strand 1: living things and living processes Benchmark 1.1, which emphasises the scientific process. An extra science curriculum will be developed upon community resources. (The Royal Chitralada Projects)

2) To measure and compare student's scores of science achievement, science process skills and scientific attitudes before and after an extra science curriculum has been applied.

3) To evaluate an extra science curriculum with emphasis on community resource (The Royal Chitralada Projects) for Year-8 (MS2) (science extra course). Active learning approaches are applied in the curriculum.

The details of Strand 1 Living processes Benchmark 1.1 are as follows :

1) To survey, explore, analyse and define behaviours of living things

2) To find, discuss and discover biological technology for increasing products from agriculture and also for developing animal and plant breeding development and to use the technology for the manufacture of products from agriculture

3) To survey nutrition and food which are related to human daily life and gain knowledge to choose suitable food for consumption in respect of gender and age

Scope of the study

According to the proposals for the education reform in Thailand, every school has to produce its own school curriculum and this has to relate to the core curriculum from the government. As educators, we have to be creative to support our school in terms of developing subject matters and methods of teaching and of learning.

The research plan is to develop an extra science curriculum which is emphasised community resources, "The Royal Chitralada Projects" which are close to the school, into science subjects by making extra courses of science using these community resources for students to study and apply their knowledge into the process of learning.

According to an extra science curriculum for Year 8 (MS2), students have to pass through a strand 1 "living things and the process of living" and benchmark 1.1 of Key stage 3 (Lower secondary grades)

The community resources, The Royal Chitralada Projects; dairy farm, milk collection centre and milk processing, will be used as the basis for an extra science curriculum. For the curriculum learning process, active learning approaches should be applied.

To evaluate an extra science curriculum with emphasis on community resources (The Royal Chitralada Projects) is the most important thing to do upon completing the experiment.

Research Question

Research question are as follows :

1. Can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to improve their science achievement score?
2. How can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to improve their science achievement score?
3. Can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to improve their science process skills?
4. How can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to improve their science process skills?
5. Can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to positively improve their scientific attitudes?
6. How can an extra science curriculum with emphasis on community resources help students to positively improve their scientific attitudes?

Significance of the study

The finished project will result in the development of innovative teaching and learning approaches, as well as producing a distinctive course, which is emphasised on community resources. This pilot project can be used as a model for other courses in a school's curriculum in terms of methods and integration with other resources.

It is certain that if the project can improve students' achievements of their examination scores and change their scientific attitudes positively, they will consider science as a tool for developing ideas and actions in order to improve their own lives and society.

In the teaching and learning process integrated with community resources and active learning approach, students will enjoy studying science and will be happy to learn science without getting bored. Hopefully, teachers will also enjoy teaching and keep on developing new strategies in teaching methods for the next generation, which is a model for sustainable development.

Limitation of the study

An extra science curriculum

1) The subject content is emphasised on community resources (The Royal Chitralada Projects) (Chitralada daily farm, Chitralada milk collection centre and Milk processing)

2) The subject content is for Year-8 (MS2) at Key Stage 3

The experimental limits

1. Population

1.1 The study population involved students in Year – 8 (age12 – 13) at Key Stage 3 (Mathayom Suksa 2 or MS 2).

1.2 Experimental sample: The subjects are 69 students in Year - 8 (age 12 – 13) at Key Stage 3 who are studying in the second semester of the academic year 2004 at Chitralada School, Chitralada Palace Dusit Bangkok Thailand

2. Time period

Second semester of the academic year 2004, 7 weeks, 2 periods a week, 50 minutes a period. Totalling: 14 periods, the instructor was a science teacher in Year – 8 (MS2)

3. Variables of the Study

3.1 Independent variable is an extra science curriculum with emphasis on community resources.

3.2 Dependent variables are learning achievement, science process skills and scientific attitudes.

Definition of the terms

The terms use in this study are defined as follows :

1. **An extra science curriculum** is a science curriculum which emphasis on the content focusing upon the community resources "The Royal Chitralada Projects" (Chitralada Dairy Farm, Chitralada Milk Collection Centre, Milk Processing). It also included learning activities and gives a basis for the assessment for Year – 8 students. (Two periods a week) It is not a science main course.

2. **Community resources** mean The Royal Chitralada Projects (Chitralada Dairy Farm, Chitralada Milk Collection Centre and Milk Processing) which are located at the ground of Chitralada Palace, Bangkok, Thailand. The Royal Chitralada Projects are initiated by His Majesty King Bhumipol Adulyadej to help Thai farmers, most citizens of the Kingdom of Thailand. The Royal Chitralada Projects include experimental projects with their pioneering and non-profit nature. Each project is run with the knowledge of scientific process. (Using placements/ examples/ situations in one's own community where teachers can take students to learn and gain knowledge) this definition also covers local resources.

3. **Active learning** refers to activities which create a student-centred learning environment. Students do the activity themselves in groups. Knowledge, ideas and experience are employed by the students during the activity. This is made possible by the teacher whose role is to stimulate and create interest amongst students through fun and active learning atmosphere. Students response will be related to the lesson, and reflect his/her ability to speak, listen, read and write as well as to demonstrate appropriate social behaviour. Teaching methods for active learning include co-operative learning, scientific inquiry and science communication

4. **Student-centred learning** is defined as an approach to teach students how to gain knowledge in real circumstances. An illustration of this is the M2 Science Extra Course. The course is conducted by a teacher who creates activities, facilitates the learning process and gives advice to the students. Group work is emphasized in the lesson plan, integrated with the Royal Chitralada Projects and Cooperative

Learning. As a result, the students can practice and develop learning skills, such as cooperating with others, seeking new knowledge, solving problems, making decisions, exchanging opinions, accepting others' ideas, sharing resources and supporting each other. Furthermore, the students will practice thinking process, work in groups, apply scientific process in real activities. They will be encouraged to have positive attitudes towards science.

5. Field trip means to take groups of students to visit community resources and also a practical place i.e.: The Royal Chitralada Projects (Chitralada dairy farm, Chitralada milk collection centre and Milk processing) to learn, to gain their knowledge and to work cooperatively to collect and interpret scientific data. One of the benefits of taking students on field trips is that they are exposed to "real" people and events; through the authentic learning experiences a field trip can provide, students develop a sense of themselves in relation to the world. Subjects learned in school take on new meaning when students are able to relate them to people and occurrences outside the classroom.

6. Science achievement refers to the ability of students to learn science by an extra science curriculum with emphasis on community resources. It is evaluated from students' intelligence. According to Bloom (1956), such intelligence consists of knowledge, memory, comprehension, application, analysis, synthesis and assessment of science process skills. In an Extra Science Curriculum with emphasis on community resources, practices can be assessed from students' achievement examination.

7. Science process skills refer to the ability of students to their skills in science learning activities. It is evaluated from 8 skills of observing, measuring classifying, organizing data and communication, formulating hypothesis, experimenting, interpreting data and making conclusion. In an Extra Science Curriculum with Emphasis on Community Resources, practices can be assessed from science process skills examination.

8. Scientific attitudes refer to qualities or habits of an individual which are the result of using scientific process in their learning or studying. Such personal qualities include attributes such as interest to learn, determination, resilience, carefulness, responsibility, honesty, economy, ability to share and accept others' opinions, open-mindedness, and ability to reason and work with others creatively.

9. Authentic assessment is regarded as a kind of learning and teaching assessment for students' advanced proficiency and problem-solving skills, which they will use in their real life, while they are undertaking activities. Students are required to initiate and carry out their own work. Such assessment focuses directly upon students' actual practices in either assignment or any activities of their own interest. Authentic assessment tools used in the General Science Teaching Behaviour Course, in which student-centred approach is emphasised, are achievement assessment tools. Tools for measuring behavior during class are used according to the following criteria: cooperative learning, responsibilities, attitudes towards learning and teaching and abilities to perform their presentation. Researchers, co-researchers and students will use such tools during and after classes.

Hypotheses

Research hypotheses are as follows :

1. After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher learning achievement than before using the curriculum.
2. After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher science process skill than before using the curriculum.
3. After extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher scientific attitudes than before using the curriculum.

Chapter2

Review literature

1. Curriculum and Curriculum Development

Curriculum

Nobody can refuse that a curriculum is very important in all levels of educational management because a curriculum itself, is a framework for teaching and learning. System of teaching and learning will reach the goal by following a curriculum.

Taba (1962: 11) states that a curriculum is a plan for learning. Posner (1995: 5) presents that some give the definition of curriculum that curriculum is the content or objectives for schools hold students accountable on the other hand others claim that a curriculum is the set of instructional strategies that teachers plan to use. Oliva (1997: 4) lists these curriculum is statements. Curriculum is that which is taught in school. a set of subjects, content, a program of studies.

1. a set of materials.
2. a sequence of courses.
3. a set of performance objectives.
4. a course of study.
5. everything that goes on within the school, including extra-class activities, guidance, and interpersonal relationships.
6. that which is taught both inside and outside of school directed by the school.
7. everything that is planned by school personnel.
8. a series of experiences undergone by learners in school.
9. that which an individual learner experiences as a result of schooling.

Oliva (1988: 9 – 10) presents that curriculum is defined as a "plan or program for all of the experiences which the learner encounters under the direction of the school [organization or institution]. In practice, the curriculum consists of a number of plans, in a written form and of varying scope, which delineate the desired learning experiences. The curriculum, therefore, may be a unit, a course, a sequence of courses, the school's [organization or institution] entire program of studies - and may take place outside of the classroom or school."

Posner and Rudnitsky (1997:8) state that "Curriculum is not a process. . . . A more precise view of curriculum--and the common understanding of curriculum among laypeople--is that it is what is taught in school or what is intended to be learned. It does not refer to what is to be done in school or what is to happen in the learning process. Curriculum represents a set of intentions, a set of intended learning outcomes."

Curriculum development

Tyler wrote a book in 1949 that describes what is known as the rational curriculum development process, or the means-end model. Essentially, Tyler's book says that to develop a curriculum you begin by examining three sources for ideas about the possible objectives you should include in a curriculum: the students, society, and the subjects. You then "screen" the needs of each of these forces by checking ideas against a philosophy of education and understanding of the psychology of learning. This allows you to specify precise instructional objectives, which lead to the final steps of curriculum development: selection of learning experiences to accomplish the objectives, organization of the experiences into a logical sequence, and evaluation of the experiences to see if the objectives were accomplished.

In other words, there are four parts to the rational, means-ends curriculum development process. Tyler framed these as four questions : (Tyler. 1949: 1)

1. What educational purposes should the school seek to attain?
2. What educational experiences can be provided that are likely to attain these purposes?
3. How can these educational experiences be effectively organized?
4. How can we determine whether these purposes are being attained?

Tyler also places an emphasis on the formulation of behavioural objectives. Tyler (1949:44) states that since the real purpose of education is not to have the instructor perform certain activities but to bring about significant changes in the students' pattern of behaviour, it becomes important to recognize that any statements of objectives of the school should be a statement of changes to take place in the students.

We can see how these concerns translate into an ordered procedure : one that is very similar to the technical or productive thinking which is from Taba (1962: 11) set out below.

Step 1 : Diagnosis of need

Step 2 : Formulation of objectives

Step 3 : Selection of content

Step 4 : Organization of content

Step 5 : Selection of learning experiences

Step 6 : Organization of learning experiences

Step 7 : Determination of what to evaluate and of the ways and means of doing it.

Henson (2001: 148 – 149) presents Tyler's ends-means model introduced a revolutionary idea to curriculum planning that curriculum developer should start by deciding what purposes the curriculum is to have and then plan accordingly. A summary of Tyler's model, Tyler suggested that several ends, which Tyler called goals, educational objective, and purposes, be identified by examining three elements: the learners, life in the community, and subject matter.

Utaranan (1989: 181 – 292) suggests the process of curriculum development into steps as follow :

1. Study the basic information by analyzing needs and study specific problems in order to produce curriculum.
2. Design purposes of the curriculum to solve specific problems and to support needs of social and curriculum user.
3. Choose content and learning experience for students to get to the goal.
4. Design way of assessment curriculum before/after the implementation and also during implementation of curriculum.
5. To do an implementation of curriculum.
6. Evaluate curriculum to find out product and achievement of curriculum.

IPST (2003: 1 – 3) states that IPST is assigned by Ministry of Education to response group of learning science mathematics and technology. In Science, IPST design learning strand and benchmark for four levels of student from lower primary grade until higher secondary grade. Steps of curriculum development from IPST can be described as follow :

1. Design strand and Benchmark for all level from grade 1 – 12.
2. Design vision of teaching and learning science.
3. Design concept model for each level from grade 1 – 12.
4. Design learning objective.
5. Design unit of learning.

6. Design course description for science courses each level.

7. Design lesson plan related to a core curriculum for grade1-12. A core curriculum is a pattern for each school to use as a guide plan.

To develop an extra science curriculum emphasized community resources, researcher adapt the process of curriculum development from Tyler (1949), Taba(1962), Utaranan (1989) and IPST(2003). Researcher's steps of curriculum development are as follow :

1. Study basic information; National acts B.E.2542, Core curriculum (Science Education Standard: the basic Education Curriculum AD. 2544), Community resources, curriculum development, school, students' background, teaching and learning style.

2. Give the purpose of the curriculum.

3. Choose content related to core curriculum and community resources. Design curriculum document concerning course description, unit of learning, teaching and learning style, instructional media and evaluation.

4. Evaluate curriculum document before implementation by experts.

5. Implementation of the curriculum.

6. Evaluate curriculum after implementation.

7. Validation of the curriculum.

From 7 steps of researcher's curriculum development, it can be described as the graphic model figure below.

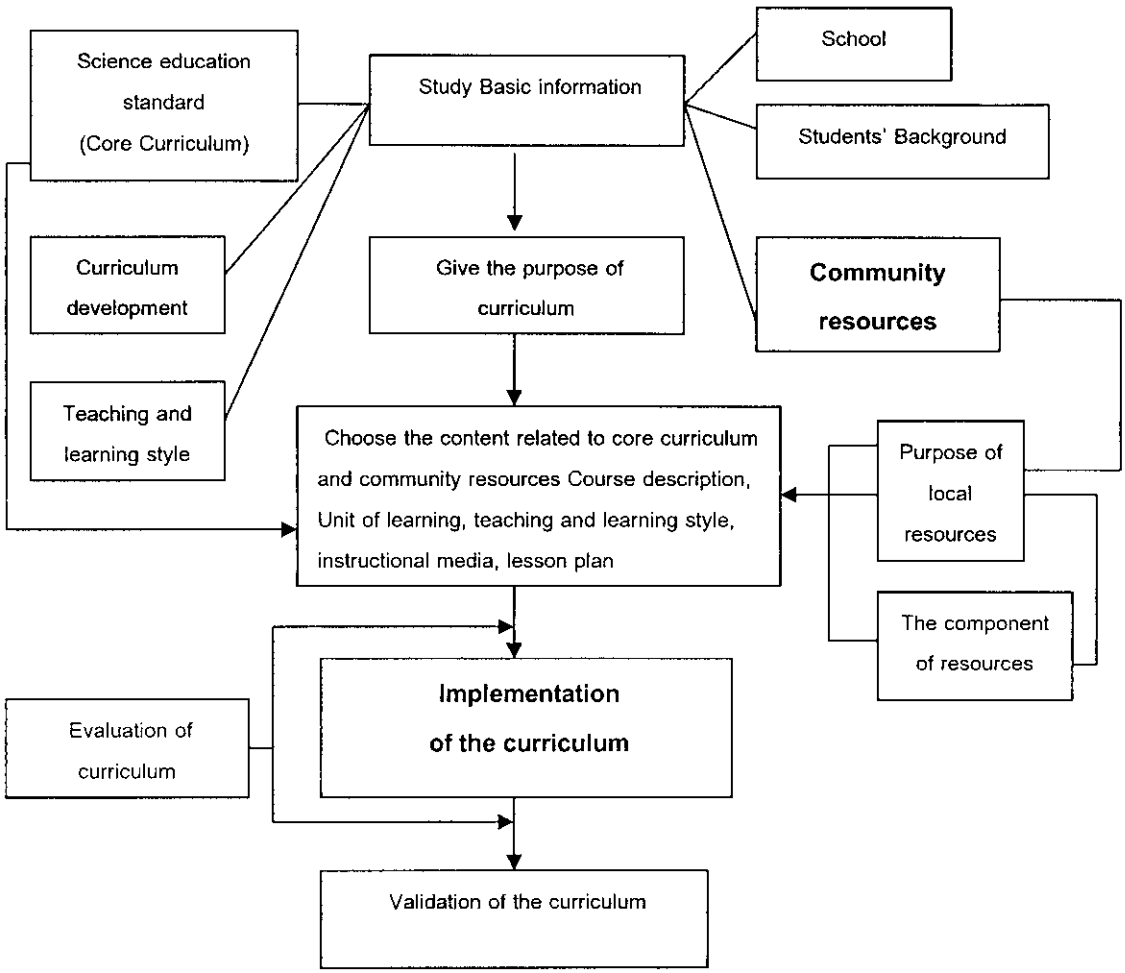


FIGURE 1 MODEL OF THE PROCESS OF CURRICULUM DEVELOPMENT

2. Science instruction theory

The teaching and learning processes are crucial to knowledge development in students. The teacher who prepares the proper environment is the key to the process. In order to achieve the best results for the learners, the teacher should be someone who possesses knowledge in the subject content as well as someone who can use appropriate teaching methods, is able to organize learning activities and is aware of the psychological needs of the learners.

Like teachers of other disciplines, science teachers must be knowledgeable in their subject area and must be able to impart that knowledge to the students using appropriate teaching strategies. Different content requires different teaching strategies. Science teachers must be able to organize tasks which encourage learning in students. Science teachers must also understand the psychological and cognitive development of their students.

Savathanaphaibul (n.d.) suggests that an effective teaching of science cannot ignore the psychological aspects of learning. Her psychological framework for teachers of science follows Jean Piaget's views on cognitive development.

Wadsworth (1975: 29 – 30) states that development is thought to flow along in a cumulative manner, each new step in development becoming integrated with previous steps. The behaviours described are only typical behaviours of a given age, period, or stage.

Students that researcher is going to focus on is around 13 years old in Year-8. They suppose to be in the period of formal operations. Wadsworth (1975: 109 – 110) concluded on this period that approximately ages are 11 to 15 years; the child develops the ability to solve all classes of problems that can be solved through logical operations. The child's cognitive structures reach maturity during this period. That is the potential in terms of quality of thought (as compared to the potential of adult thoughts) is at its maximum when formal operations are achieved.

Today's educational trends emphasizes self-development seeking to instill qualities such as discipline, honesty and key skills such as thinking skills, and problem solving skills.

In order to be effective in achieving these, teachers must use the right teaching approaches and must be systematic in their teaching. They must be aware of the important factors in the learning process: the content, the learner and the learning environment, such as classroom condition, equipment and number of students.

Many teachers today want to move past passive learning to active learning, to find better ways of engaging students in the learning process. But many teachers feel a need for help in imagining what to do, in or out of class that would constitute a meaningful set of active learning activities.

Figure 2 offers a way of conceptualizing the learning process in a way that may assist teachers in identifying meaningful forms of active learning.

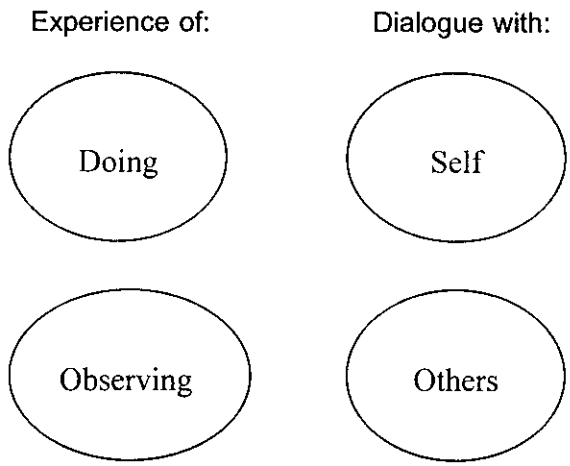


FIGURE 2 ACTIVE LEARNING MODEL

(Fink. 1999: online)

From figure 2, the model suggests that all learning activities involve some kind of experience or some kind of dialogue. The two main kinds of dialogue are "Dialogue with Self" and "Dialogue with Others." The two main kinds of experience are "Observing" and "Doing." (Fink. 1999: online)

There are many science instruction theories and techniques to develop teaching and learning in science subject.

Researcher reviews techniques of teaching and learning which support active learning methods and also applied in the curriculum as follows :

Inquiry

Not long ago, many people believed that students' brains were like empty vessels waiting to be filled with knowledge imparted by teacher. The understanding of how people learn has changed. Now, Educators and researchers understand that most people learn best through personal experience and by connecting new information to what they already believe or know. Listening to a teacher lecture and reading textbooks aren't enough to gain depth of knowledge. Students need to personally construct their own understanding by posing their own question, designing and conducting investigations, and analyzing and communicating their finding. Students need to have opportunities to progress from concrete to abstract ideas, rethink their hypothesis, and adapt and retry their investigations and problem-solving efforts.

Dewey (1966: 219) states that no one expects the young to make original discoveries of just the same facts and principles as are embodied in the science of nature and man. But it is not unreasonable to expect that learning may take place under such conditions that from the standpoint of the learner there is a genuine discovery. Dewey (1938: 29) expresses the belief that "all genuine education comes through experience"

Dewey's notion of discovery as a method of acquiring knowledge closely parallels the inquiry approach. Rakow (1986:14) suggests that perhaps the most direct influence on current science teaching was John Dewey. Rakow (1986:14) states that advocates of the discovery or inquiry approach argue that it makes more sense to teach students the logical thinking skills to construct knowledge. With these skills, students are better prepared to acquire new knowledge.

Rakow (1986: 14 – 15) presents that the discovery approach of Dewey was rechristened the "inquiry approach" during the curriculum reform of the 1950s and 1960s. While Dewey focused on all teaching and learning as an inquiry process, the curriculum reformers also were interested in promoting the inquiry approach as a method of learning the discipline of science.

Starnes (1999) presents that Dewey's theories related to four aspects of education :

1. the relationships among teachers, learner, the curriculum, and community;
2. the ways learning occurs;
3. preparing for lives as citizens and individuals; and
4. thinking about what is learned and how.

Dewey (1964: 10) advocates placing the learner at the centre of experiences, and defined the teacher as the learner's "co-partner and guide in a common enterprise—the child's education as an independent learner and thinker"

The writers of Benchmarks for Science Literacy stated that People have to construct their own meaning regardless of how clearly teachers or book tell them thing, (American Association for the Advancement of Science [AAAS]. 1993: 3 – 9) Many people know from experience that we learn better when we do something rather than make any observation for something being done. Inquiry transforms science learning from watching and listening to doing.

h 282687 c.3

National Research Council (1996: 29 – 30) present in National Science Education Standards that inquiry into authentic questions generated from student experiences is the central strategy for teaching science.

In National Science Education Standards, scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on the evidence derived from their work. Inquiry also refers to the activities of students in which they develop knowledge and understanding of scientific idea, as well as an understanding of how scientists study the natural world. The instructional methodology is another component of curricula improved (another is content). A hands-on, inquiry based-approach was advocated. Students learn best by manipulation of materials and engagement in inquiries that are interesting and meaningful to them. (National Research Council. 1996: 31 – 33)

The reformation of science curriculum, as recommend by the National research council (1996) and support by relevant research studies includes the following essential components: (a) appropriate content, bases on national goals for science education and (b) an inquiry-based, active learning instructional methodology. Both of these curriculum components are considered important for the development of student achievement and positive attitudes toward science.

Rosebery (1996: online) states that inquiry is a way of being in the world. It is a stance about one's relationship to the world, to people, to one's work, to knowledge.

Hinrichsen and Jarrett (1999: online) conclude the central meaning of scientific inquiry revolves around two big ideas :

- Inquiry as the essence of scientific enterprise.
- Inquiry as a strategy for teaching and learning science.

Thus, the fundamental nature of science is embedded in inquiry-based learning. Inquiry can be a very effective mechanism for better understanding the essence of science, its technical and reasoning processes, and attitudes that accompany these processes. This is rather like using our brain to study our brain.

From Haury's view, he presents that Inquiry-oriented science instruction has been characterized in variety of ways. Some have emphasized the active nature of student involvement, associating inquiry with "hand-on" learning and experiential or activity-based instruction. Others have linked inquiry with a discovery approach or with

the development of process skills associated with "the scientific method." (Haury. 1993: online)

From a science perspective, inquiry-oriented instruction engages students in the investigative nature of science. As Novak (1964) suggests sometime ago that Inquiry is the [set] of behaviors involved in the struggle of human being for reasonable explanations of phenomena about which they are curious. (Haury. 2003: online ; citing Novak. 1993) In other words, inquiry involves activity and skill, but the focus is on the active search for knowledge or understanding to satisfy a curiosity. (Haury. 2003: online)

From a pedagogical perspective, Haury's view has been shown that inquiry-oriented teaching is often contrasted with more traditional expository methods and reflects the constructivist model of learning, often referred to as active learning, so strongly held among science educators today. According to constructivist models, learning is the result of ongoing changes in our mental frameworks as we attempt to make meaning out of our experiences. (Osborne; & Freyberg. 1985: 33 – 36). In science classrooms, where students are encouraged to make meaning, they are generally involved in "developing and restructuring their knowledge schemes through experiences with phenomena, through exploratory talk and teacher intervention." (Driver. 1989: 83 – 105) Haury (2003: online) concludes that inquiry-oriented teaching engages students in investigations to satisfy curiosities, with curiosities being satisfied when individuals have constructed mental frameworks that adequately explain their experiences. One implication is that inquiry-oriented teaching begins or at least involves stimulating curiosity or provoking wonder. There is no authentic investigation or meaningful learning if there is no inquiring mind seeking an answer, solution, explanation, or decision.

The essence of the inquiry is to teach students to handle situations which they encounter when dealing with the physical world by using techniques which are applied by research scientist. Dettrick (n.d.) states that inquiry means that teachers design situations so that pupils are caused to employ procedures research scientists use to recognize problems, to ask question, to apply investigational procedures, and to provide consistent descriptions, prediction, and explanations which are compatible with shared experience of the physical world. Inquiry is used deliberately in the context of investigation in science and the approach to teaching science. There are a number of

teaching strategies which can be classified as inquiry. However, the approaches have a number of common aspects. The rationale for the inquiry approach has strong support from constructionist psychology. The teacher applies procedures so that :

(a) There is a primary emphasis on a hand-on, problem-centred approach;

(b) The focus lies with learning and applying appropriate investigational or analytical strategies.

(c) Memorizing the "facts" of science which may arise is not as important as development of an understanding of the manner oi development of scientific constructs.

Savathanaphaibul (n.d.) suggests that in inquiry learning, once the teacher has set the problem for the students, it is the latter's task to find the answer themselves. The teacher can assume two possible roles: the teacher does not give any advice or help, leaving the students to find the solution on their own. This is similar to the way scientists work. The second: the teacher explains the students the principles and guides the students towards the answer but does not actually solve the problem for the students. Like this, a teacher is no longer someone who tells the students everything but is someone who gives advice and provides the learning environment in which maximum learning can take place. There are a number of inquiry techniques are named according to their own special style such as; Science concept, Cooperative learning.

Besides, Savathanaphaibul (n.d.) suggests that the most important activities of inquiry are experiment and discussion between teachers and students or among students themselves. Rakow (1986: 18) suggests that in inquiry approach, students use hands-on and experimentation to learn about their world.

Rakow (1986: 20) makes a conclusion of three dimensions of inquiry – science as inquiry, teaching science as a process of inquiry, and learning science as a process of inquiry- is the notion of discovery. The nature of science itself is a process of discovery. Teaching science as a process of inquiry requires teachers to set up learning environment in which students can engage in discovery. Finally, learning as a process of inquiry involves students in using science process skills to investigate and discover patterns in the world.

In the term of experimental investigation, (Boud ; et al. 1986) state that it is used to indicate any laboratory teaching method which allows the student to display some personal initiative in the performance of the task and aims to develop students'

abilities in scientific inquiry. They also present two major purposes in using experimental investigation in undergraduate laboratories that first purpose is to give students an opportunity to practice various inquiry skills, such as planning and devising an experimental programme to solve a problem, in a limit context where success, ie solving the problem, is not an essential requirement. This scheme recognizes that repetitive practice is required to give competence in any skill development, whether manual or cognitive. Secondly, it has long been realized that investigational work which involves individualized problem-solving is highly motivational, especially if the student develops a sense of ownership for the problem.

National Research Council (1996: 32 – 33) suggests that teachers must be given the resources and authority to select the most appropriate materials and to make decisions about when, where, and how to make them accessible. Such decisions balance safely, proper use, and availability with the need for students to participate actively in designing experiments, selecting tools and constructing apparatus, all of which are critical to the development of an understanding of inquiry.

Students in Year – 8 level of Chitralada School are in the age of 12 – 13 years old so they are in key stage 3 (middle level students). SCIENCE a Curriculum Guide for the Middle Level (1993: online) states that Middle levels students are immersed in the world of their peers, their environment, their problems, and their development. Early adolescents are aware of the reciprocal nature of peer and community influence. They are curious about things that interest them, capable of mature thinking, and concerned about the quality of their lives. They can be emotional, reluctant to accept authority, and easily bored. Therefore, Middle level science classes must provide opportunity and guidance for students to discover the science in what is around them and in what they do. They must see what they study as relevant to themselves and to their situation. The Middle Level curriculum guide is designed as a foundation and support for teachers who are trying to encourage such inquiry.

Carin (1993: 86 – 87) argues that starting in middle school and become increasingly more sophisticated as students progress through the high school, material are designed to stress inquiry. Inquiry teaching, however, is built on and includes discovery, because a student must use his discovery capabilities plus many more. In true inquiry, the individual tends to act more like a maturing adult. An adult behaves in a

number of ways in order to unravel the hidden relationships relative to a problem. He originates problems, formulates hypothesis, designed experiments, etc.

To enhance students learning in science, science teachers need to pay attention to students' interpretations and provide guidance when necessary. (Bransford.; et al. 1999: 143 – 177). There is a good deal of evidence that learning is enhanced when teachers pay attention to the new knowledge and beliefs that learners bring to a learning task, use this knowledge as a starting point for new instruction, and monitor students' changing conceptions as instruction proceeds. For example, the study comparing seventh-ninth grade urban students with the eleventh and twelfth grade suburban physics students showed that the younger students, taught by the inquiry-based approach, had a better grasp of the fundamental principles of physics. (White; & Frederiksen. 1998: 3)

To promote more in-depth student understanding of science, a number of researchers and policy groups e.g., Brown& Campione (1994:229-270) argue that students need to engage in sustained inquiry. Sustained inquiry activities include formulating authentic, meaningful questions, planning tasks, gathering resource information, predicting out comes, debating the value of information, evaluating information, collaborating with others, and reporting finding.(Krajcik. 2003: 411 – 414)

Cooperative learning

In Science for Life and Living, students learn about science, technology, and health by sharing their experiences with others. By working with others, students can see different points of view and solutions to a problem.

To answer many questions such as: How can teacher motivate all their students to learn and to help each other learn? How can they How can they structure classroom activities so that the students will discuss, debate, and wrestle with idea, concept, and skills until they thoroughly understand them? How can they harness the enormous social energy students of all ages bring to class to direct it toward productive learning activities? How can they organise classrooms in which students care about each other, take responsibility for each other, and learn to appreciate each other regardless of ethnicity, performance level, or disability? The answer is cooperative learning.

Major approaches that relate to group work in classroom are known by different labels: cooperative learning (Johnson; & Johnson. 1992: 173 – 180), student team learning (Slavin. 1996: 3) and collaborative learning. (Ngeow. 1998)

Cooperative learning methods are practical classroom techniques teachers can use everyday to help students learn any objective, from basic skills to complex problem solving. In cooperative learning methods, students work in small groups to help each other learn. The groups have high, average, and low achiever; boy and girl; students of any ethnic groups in the class; and students with any disabilities. (Slavin. 1996: 200 – 204)

Cooperative learning refers to a set of instructional methods in which students work together in small groups to achieve a common goal. A variety of cooperative learning models have been developed and successfully implemented across age groups and subject areas.

To meet objectives or complete a task better, students working together must share a group goal. By structuring the activity so no one can succeed alone or so the group benefits by the success of each member, students who might not normally care become interested in each other's accomplishments. Such positive interdependence provides the motivation and support system for mutual success.

Haller; et al. (2000: 285 – 293) state that Cooperative learning models are based on the premise that learning is best achieved interactively rather than through a one-way transmission process. To provide enhanced opportunity for interactive learning, students are generally encouraged to work in groups both in and out of class. Value is placed on cooperation and collaboration among students rather than on competitiveness and individual's learning success or failure is linked with the learning success or failure of other group members.

Smith (1994) describes cooperative learning as "students are concerned about each other's learning in addition to their own" (Roseeetti and Nembhard. 1998: online ; citing Smith. 1994)

Johnson; Johnson; & Smith (1991: 25) have summarized cooperative learning is the instructional use of small group so that students work together to maximize their own and each other's learning. There is considerable research demonstrating that cooperative learning produces higher achievement, more positive relationships among

students, and healthier psychological adjustment than do competitive or individualistic experiences.

Johnson; Johnson; & Smith (1991: 18 – 19) have characterized cooperative learning as having five basic elements.

1. Positive Interdependence: Positive Interdependence refers to the creation of a learning atmosphere in which the success of the group is dependent upon the success of every individual in the group. Simply assigning a group task is not enough. The reward system and the roles of group members must be structured to foster interdependence. A very simple technique used by Karl Smith is to provide only one copy of the task to each group. In that way, the group must share the paper and thus become more dependent on one another.

2. Face-to-Face Promotive Interaction: Face-to-Face Promotive Interaction tries to engage the student in explanations of their learning process to fellow students. The idea is to get students to teach each other.

3. Individual Accountability/Personal Responsibility: Individual Accountability addresses the issue of assessing individual student work within the group effort. It goes further than individual assessment. Feedback to the entire group of individual performances is a critical part of individual accountability. An example is to randomly call on a team member to present the group's work. This creates the pressure on the group to ensure that every group member understands the work performed by the group.

4. Collaborative Skills : Collaborative Skills refer to the need to teach students how to function within a group. They should have an understanding of group dynamics, active listening methods, conflict-management, and other social skills necessary to function effectively in a group.

Group Processing : Group Processing tries to engage the students in a self-evaluation exercise. Smith (1994) suggests having students answer the following two questions : 1) "What is something each member did that was helpful for the group?" and 2) "What is something each member could do to make the group even better tomorrow?" (Roseeetti; & Nembhard. 1998: online ; citing Smith. 1994)

Linn; & Burbules (1993: 91 – 119) argue that advocacy of group learning as a mechanism for knowledge construction oversimplifies important issues concerning the social structure of group, the goal of individuals in groups, and the diverse nature of

knowledge construction. They suggest that "Group learning" comprises a number of quite different activities. Learning requires participants to discuss a task with each other before completing it. This way of framing the concept stresses the communicative aspect of group interaction. In the course of this communication, students jointly negotiate understanding, plan complex tasks, explaining things to each other, direct activities, contribute ideas, and coordinate actions with one another. They give this broad definition encompasses several distinct type of group learning, including cooperative learning, collaborative learning, and tutored learning. Cooperative learning involves dividing a task into parts and having each group member complete one of the parts. In collaborative learning, two or more students jointly work out a single solution to a problem. Tutored learning occurs when one student helps another gain expertise; usually, the person doing the tutoring is more expert or uses a method for fostering learning in the student being tutored. It is, of course, possible to design activities that combine more than one of these types of group learning. (Linn; & Burbules. 1993)

Roseeetti ; & Nembhard (1998: online) present from their study about active learning and cooperative learning that the passive model of the typical college lecture does not work for many students. Instead, active and cooperative learning focuses on the premise that the students can learn best way doing and working with each other. Traditionally structured class periods imply that students listen to professor lecture for about an hour. Cooperative learning can replace some of that lecture time with methods designed to get students actively involved during the class period.

Reitmeier (2002: 41 – 44) studies some major changes made in an experimental food course by incorporating active and cooperative learning techniques and a student research project. An interactive learning environment for dietetics, food science, and nutritional science students was designed in Project LEA/RN (Learning Enhancement Action/ Resource Network) Group activities and 15 minutes lectures replaced 50 minutes lecture. Quizzes and out of class assignments replaced written examinations. A group laboratory projects replaced individual reports. He finds that the average class score was better than the previous semesters and increased interaction improved students' abilities to solve problems in food science.

Constructivism

Mitchell; & Wesolik (2002) presents that educators credit theorist John Dewey, Lev Vygotsky, Jean Piaget, Jerome Bruner, and Seymore Papert with some of the fundamental premises of constructivist thinking. The following is a capsulation of each theorist's viewpoint.

1. Dewey is known for laying the theoretical ground work from many characteristics found in today's educational system. He is primarily credited with laying the groundwork for the progressive movement in American education. Dewey's idea support constructivist models of teaching and learning.

2. Vygotsky's on human development and the social cognitive theory along with his twin concepts of scaffolding and the zone of proximal development are important for constructivism.

3. Piaget in internationally known for his complex theory on cognitive development in children. Piaget believed that through interaction within their environment, children are active participants in the construction of their own knowledge.

4. Jerome Bruner, like Piaget, was also interested in children's stages of cognitive development but emphazied "Learning through Discovery." Bruner felt that children were more likely to understand and remember concepts they discover in the course of their learning.

5. Papert, an American student of Piaget has profoundly influenced the field of educational technology. He felt that students could advance in their intellectual abilities more quickly with the right kind of environment and assistance. Papert also believed that children should play a big part in "teaching themselves."

Both Piaget and Vygotsky held the principles of the learner constructing knowledge for him/herself and the process being a developmental one. The difference in the theories lies in the method by which this is achieved. Piaget believed in the construction of knowledge on an individual level whereas Vygoysky stated the need for social interactions with others for learning to take place. (Farmery. 2002: 93). Driver et al. (1993) point that the constructivist theory of learning hence indicates that the role of the teacher is to provide a range of experiences that encourage discussion, reflection and cognitive conflict. (Farmery. 2002: 85 – 86 ; citing Driver et al. 1993)

American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1990) charges in Project 2061 that the problem of science and math education in U.S.A. that the

present curricular in science and mathematics are over stuffed and undernourished. They emphasize the learning of answers more than the exploration of questions, memory at the expense of critical thought, bits and pieces of information instead of understanding in context, recitation over argument, reading in lieu of doing. They fail to encourage students to work together, to share idea and information freely with each other, or to use modern instruments to extend their intellectual capabilities.

To solve this problem, Hanly (1994: online) states that one proposed solution for this problem is to prepare students to become good adaptive learners. That is, students should be able to apply what they learn in school to the various and unpredictable situations that they might encounter over the course of their work lives. Obviously, the traditional teacher as information giver, textbook guided classroom has fail to bring about the desired outcome of producing thinking students. A much-heralded alternative is to change the focus of the classroom from teacher dominated to student-centred using a constructivist approach.

Ausubel; Novak; & Henesian (1978: 467 – 468) have argued that the construction of new knowledge in science is strongly influenced by prior knowledge, that is, conceptions gained prior to the point of new learning. Learning by construction thus implies a change in prior knowledge, where change can mean replacement, addition, modification of extant knowledge.

Constructivism is a very broad conceptual framework in philosophy and science and Bruner's theory represents one particular perspective. A major theme in the theoretical framework of Bruner is that learning is an active process in which learners construct new ideas or concepts based upon their current/past knowledge. The learner selects and transforms information, constructs hypotheses, and makes decisions, relying on a cognitive structure to do so. Cognitive structure provides meaning and organization to experiences and allows the individual to go beyond the information given. Instructor should try and encourage students to discover principles by themselves. The instructor and student should engage in an active dialog. The task of the instructor is to translate information to be learned into a format appropriate to the learner's current state of understanding. Curriculum should be organized in a spiral manner so that the student continually builds upon what they have already learned.

Bruner (1966: 14) states that a theory of instruction, which must be at the heart of education psychology, is principally concerned with hoe to arrange environments to

optimize learning according to various criteria- to optimize transfer or retrievability of information. Aside from that, it becomes necessary for the various fields of learning to assess the manner in which they contribute to the amplification of mind--- the way of doing or experiencing or ratiocinating that is integral to them and that should be part of the way of mind of an educated member of the culture.

Teaching and learning in any area of the curriculum, human resources, is perhaps an important thing to support students' learning in a subject. (Farmery. 2002: 113) Wood (1998: 32) present that in Bruner's research; children were capable of intellectual achievements at an earlier stage if supported by adult intervention and the use of carefully structured environments. This research built on the idea of Piaget regarding children's stages of development. Piaget suggested the notion of readiness that if a child found an experience too difficult to comprehend then this indicated that the child was not yet ready to learn. Bruner's model proposes facilitating pupils' progress through the use of appropriate support materials and intervention, providing children with scaffolding upon which they can construct increasingly advanced ways of thinking and understanding the world.

One of the constructivist teaching strategies is the discovery approach. Dettrick. (n.d.) presents that the discovery approach was first popularized by Jerome Bruner in a book the process of Education.

In a book, Bruner (1977: 35 – 42) presents as a consequence of his involvement with a conference of science educators at woods Hole in USA. The stimulus for the conference was the perceived failure of the US to beat USSR in the space race. The USSR won by putting "Sputnik" in orbit first on October 4, 1957. The concept behind the discovery approach is that the motivation of pupils to learn science will be increased if they experience the feelings scientist obtains from "discovery" scientific knowledge. Further, the idea was supported by the notion that pupils would learn about the nature of science and the formation of scientific knowledge through the process of discovery."

Constructivism is an epistemology, a learning or meaning-making theory, which offers an explanation of the nature of knowledge and how human beings learn. It maintains that individuals create or construct their own new understanding or knowledge through the interaction of what they already know and believe and the ideas, events, and activities with which they come in contact. (Cannella; & Reiff. 1994; Richardson. 1997: 27 – 38) Learning activities in constructivist setting are characterized by active

engagement, inquiry, problem solving, and collaboration with others. Rather than a dispenser of knowledge, the teacher is a guide, facilitator, and co-explorer who encourage learners to question, challenge, and formulate their own ideas, opinions, and conclusions. "Correct answers and single interpretations are de-emphasized. (Abdal-Haqq. 1998: online)

Now, there are commonly accepted attributes of constructivism, there are also different interpretations of it.

In general, two broad interpretations can be found among contemporary educators: Richardson (1997: 3 – 14); & Vadeboncoeur (1997: 15 – 37)

- **Psychological constructivism**, most notably articulated by Piaget (Piagetian constructivist): This approach assumes that students comes to classroom with ideas, beliefs, and opinions that need to be altered or modified by a teacher who facilitates this alteration by devising tasks and questions that create dilemmas for students. Knowledge construction occurs as a result of working through these dilemmas. Characteristic instructional practices include "discovery learning" and hands-on activities, such as using manipulative; student tasks that challenge existing concepts and thinking process; and questioning techniques that probe students' beliefs and encourage examination and testing of those beliefs.

- **Social constructivism**, associated with Vygotsky (Vygotskian constructivism) : It is emphasizes education for social transformationand reflects a theory of human development that situates the individual within a sociocultural context. Individual development derives from social interactions within which cultural meanings are shared by the group and eventually internalized by the individual.

Davydov (1993: 12 – 21) interprets the Vygotskian constructivism approach to teaching and learning as a partnership between teacher and child; where the teacher's role is to guide, direct and encourage the child's learning. Learning in practice should therefore be neither didactic nor purely discovery learning by the child. It should offer opportunities to experiment with, and try out, feelings and behaviour in an attempt to make sense of them.

ICT (Information Communication Technology)

It's now widely accepted that information communication technology (ICT) has an important part to play in enriching Science and Technology education and also in our private life. Scaife and Wellington (1993: 31 – 32) suggest the way of using ICT in

practice in "Information Technology in Science and Technology Education" that Computer is the CAL (Computer-assisted learning) and will be able to use in many ways such as Simulations, Modelling, Databases, Data-logging, Interactive video, Word-processing and desk-top publishing, Spreadsheets and Computers in technology laboratories.

ICT equipment, including computers, calculators, video, tape recorders, etc, and the technology itself has thus greatly improved. The Internet is now regarded as a key to providing both teachers and children with a considerable source of information to support science teaching and learning. (Farmery. 2002: 124)

Moreover; & Farmery (2002: 124 – 126) suggests that audiovisual materials and equipment are also resources that come under the umbrella term of ICT and the ICT itself may be considered under two distinct headings- ICT as a teaching resource and ICT as a learning resource- i.e., it is use by teachers to provide teaching materials and by student to enhance their learning.

The use of ICT can enrich and extend learning in the science curriculum, at the same time aiding children to acquire the confidence to use the technology. ICT can be a particularly valuable resource when teaching science to pupils with special educational needs. (Farmery. 2002: 125 – 126)

Computer use by any science teacher is a function of his or her computer experience and expertise, availability of hardware and software, and perceived need. Morse (1991: online) stated that excellent science course may be taught without the use of a computer. However, the careful incorporation of computers into a science course can and does add an important level of enhancement. He presents that the importance of using computers in science class may not be limited to the ability of computer assisted instruction (CAI) to improve learning. Rather, computer use adds another dimension to the teacher's repertoire of strategies, which may improve overall learning. Another important reason to include student computer use in a science course is that most (if not all) students, especially those planning a career in science, will be required to be computer literate. As students interact with computers in a variety of ways within their courses, their degree of computer awareness and literacy will in crease.

Studies do indicates that computer use in science education can improve learning and positive influence students' attitudes and self-esteem. Higher achievement and more positive attitudes were observed in a high school biology course that was

"computer-loaded." (Hounshell; & Hill. 1989: 543 – 549) Specialized computer programs were found to help develop inquiry skills while also increasing scientific knowledge even when strong "misconceptions" were present at the start. (Shute; & Bonar. 1986: 19) Scientific reasoning skills were found to be enhanced using a microcomputer-based curriculum. (Friedler; Nachmias; & Songer. 1989: 272 – 284) More than one study found that computer use by students enhanced their self-esteem. (Robertson; et al. 1987: 314 – 316)

To use ICT for enrich science and technology education we have to justify the use of ICT. Scaife and Wellington (1993: 31 – 32) state the justifications of using ICT are two categories- educational justifications and vocational justifications. The question of educational justifications, "Can the use of ICT be justified on Educational grounds?"

To develop the sustained inquiry that will be engaged by students, some activities should be consider to apply for teaching and learning strategies such as formulating authentic, meaningful questions, planning tasks, gathering resource information, predicting out comes, debating the value of information, evaluating information, collaborating with others, and reporting finding. (Krajcik. 2003: 411 – 414) To support students in these types of activities, Bransford, Brown & Cocking (1999: 30 – 32) argue that students need a full compliment of technology tools designed to meet the unique needs of learner.

In the umbrella of ICT, Computer-based technology tools will be able to change what we do in science classroom. Salomon, Perkins; & Tamer (1991) present that New computer-based technology tools can extent learning by helping students perform cognitive tasks that otherwise might be too complex or difficult without the tools. (Krajcik. 2003: 411 – 414 ; citing Salomon; Perkins; & Tamer. 1991) In science classrooms, a wide variety of technology tools can support students in learning and in performing inquiry. For instance, students can access and share data through the World Wide Web, probes attached to microcomputers can gather data during investigations that otherwise might be too difficult or time intensive, graphing packages allow students to visualise data in different ways, and multimedia development tools allow learners to create linked-multiple representations to express their ideas. (Krajcik. 2003: 411 – 414)

3. Science out of Classroom, Community Resources

Science is composed of 3 compositions. There are science knowledge, scientific process, and scientific attitudes. Carin (1993: 6) presents the relationship of science and science community resource as figure 2

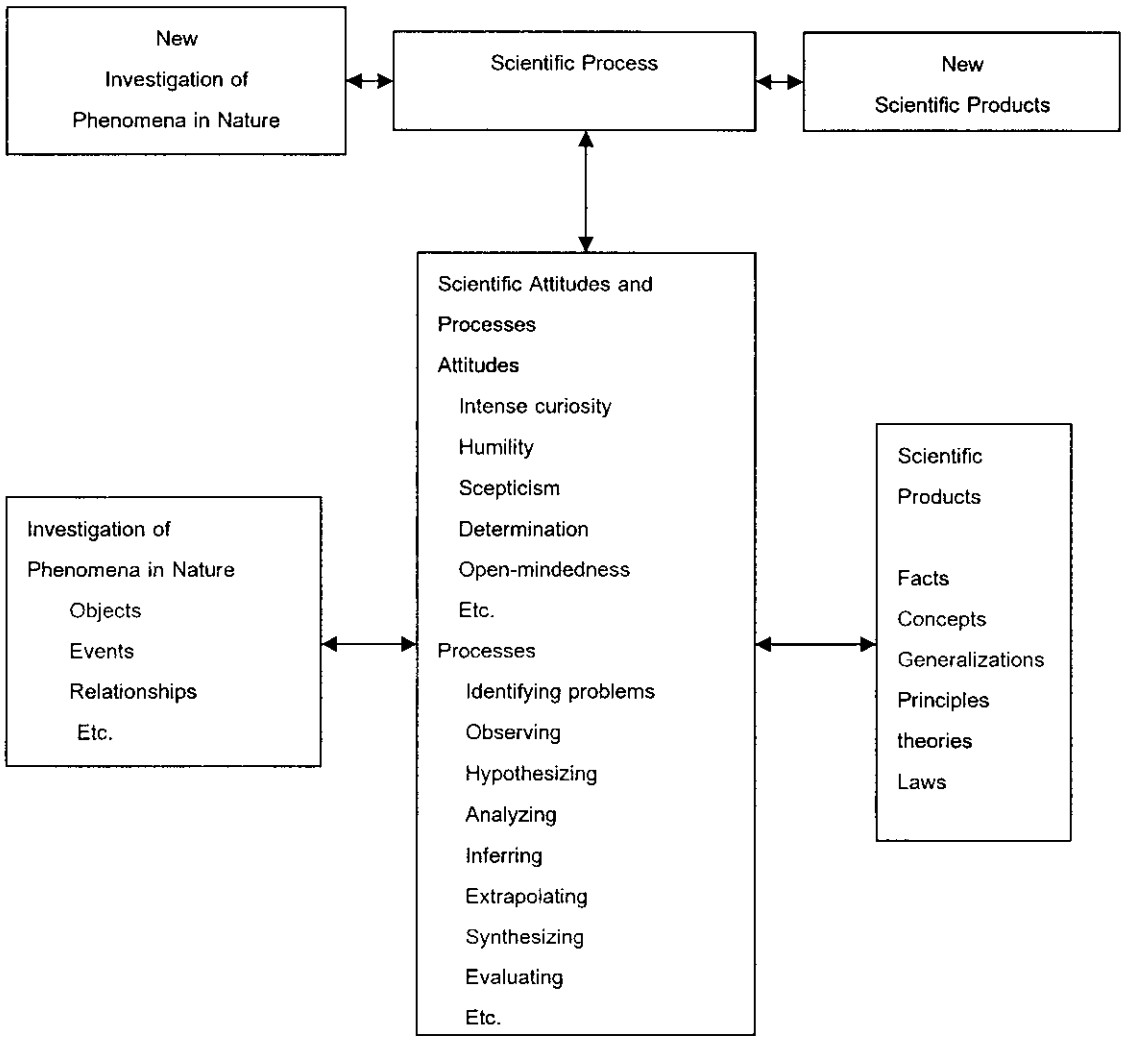


FIGURE 3 RELATIONSHIPS OF NEW INVESTIGATION OF PHENOMENA IN NATURE, SCIENTIFIC PROCESSES, SCIENTIFIC ATTITUDES AND SCIENCE PRODUCTS

(Carin. 1993: 6)

According to Carin' s idea phenomena in nature are important for teaching and learning science students will be able to investigate phenomena in nature by using scientific process and developing their attitudes.

Carin (1993: 5 – 9) suggests that a scientist inquires, learns, and is curious about the world around him. In the process, he continually improves his investigative skills. If children are to understand science and become good problem solvers, they must have years experience in investigating their environment. Teacher, therefore, need to provide opportunities for children to be involved in experiences where they will learn how to investigate and discover scientific concepts and principles.

An important aspect of science content to be considered for inclusion within any curricula is the relevancy of the information to the personal lives of students. Some curricula have attempted to place science in real-world context by linking it with environmental and societal issues. When science content has been extended to applications in the real world, public awareness and enthusiasm for science have been evident. (Ramey-Gassert, Walberg; & Walberg. 1994: 345 – 363)

The aim of science activities is to help students understand the world around them, and so getting out into the world has an important part to play. This is not to deny that the classroom and school and all that is in them are part of the student's environment, but this is a selected and controlled part and to make connections between students' activities in school and the larger environment it is necessary regularly to observe and interact with parts of it at the first hand.

There are good practical reasons for taking student out of school. As Harlen (2000: 227) states that visit are highly motivating to children, who bring back to school many vivid impressions which sustain follow-up work and often persist over several weeks.

The preparation of visiting must involved an initial survey of possibilities, having in mind the characteristics of student who will be visiting. Harlen (2000: 228) suggests that Ten to 12 years old are capable of concentrating on a particular question and can use the visit to gather evidence systematically, for example, about the different communities and plants and animals to be found in different habitats.

Community Resources: There are many Thai words use as the meaning of community resources depends on topic of talking or writing.

Almost of the population in Thailand believe in system of education so that they try to reform education and extend the frame of learning to learn out of the school. One important strategy that school should provide resources for student is to arrange n instructional method by using community resources and natural environment as a

source of learning. Community resources are important as a school Amornvivat (2001: 1 – 3), IPST (2003: 2)

Kellough; & Kellough (2003: 327) state that one of the richest for learning is the local community and the people and places in it. They also suggest that in the school may already have a community resource file available for teacher to use. However, it may need updating. A community resource file should contain information about (a) possible field trip locations, (b) community resource people who could serve as guest speaker or mentors, and (c) local agencies that can provide information and instruction materials.

Experiences of taking students on field trip or using other community resources in their class are thought to be frills and rewards that compete with instructional time in classroom. SEDL (1996: online) states that Curriculum reform in science and mathematics calls for a new look at using community resources.

The use of community resource provides a share memory for the class. For example, going on a field trip is only part of a total experience. As students and teachers talk about the trip and think about it after is over, they are building shared understanding. (SEDL. 1996: online)

Environments for learning science are very important. In National science Educational Standards, Teaching Standard D, it is presented that the classroom is a limited environment. The school science programme must extend beyond the walls of the school to the resources of the community. The physical environment in and around the school can be used as a living lab-oratory for the study of natural phenomena. Whether the school is located in a densely populated urban area, a sprawling suburb, a small town, or a rural area, the environment can and should be used as a resource for science study. Working with others in their school and with the community, teachers build these resources into their work with students. (National Research Councils. 1996)

From the standards, it is shown that good programs require access to the world beyond classroom so that students will see the relevance and usefulness of science in and out of school. SEDL (1996: online) states that changing the educational experiences of children by moving beyond the classroom walls can diversify the array of learning opportunities and connect school lessons with dairy life and real problems.

Using visits to sites outside the school can introduce students to experiences they could not have inside the classroom. Outside visits can make a significant

contribution to the development of student's scientific knowledge and understanding and can offer an insight into the use of science outside the classroom. Such visits therefore can offer opportunities for community interactions and for linking school science work with the wider world. (Farmery. 2002: 110 – 115)

Jakubowski (2003: 24 – 33) suggests that cultivating pedagogy of experience can be facilitated through the use of a critically responsive approach to teaching and learning that is grounded in experience, critical thinking, reflection and action. Classroom and community can come together in a way that invites students to engage in meaningful, active forms of learning about diversity. Building a service-learning component into one's pedagogy makes for a more meaningful teaching and learning process. It encourages instructors to recognize student knowledge and experience as a valuable element of educational process.

Henderson; Fisher; & Fraser (2000: 26 – 43) investigate associations between students' perceptions of their biology teachers' interpersonal behavior and their laboratory learning environments and their attitudinal, achievement, and performance outcomes. A sample of 489 students from 28 senior biology classes in eight schools in Tasmania, Australia completed the Questionnaire on Teacher Interaction (QTI) and the Science Laboratory Environment Inventory (SLEI). Response to two attitude questionnaires, achievement on an external written examination, and performance in laboratory practical tests were used as student outcomes measures. Statistical analyses supported the reliability and validity of the QTI and the SLEI when used with senior secondary biology students. Researchers investigated associations between students' perceptions of teacher behavior and their laboratory learning environment with student outcomes, including the unique and common contributions 0of the QTI and SLEI to variance in student outcomes. Associations with students' perceptions on the learning environment were stronger for the attitudinal outcomes than for the cognitive or practical skills outcomes.

Bouillion; & Gomez (2001: 878 – 898) explore a form of "connected sciences," in which real world problems and school community partnerships are used as contextual scaffolds for bridging students' community-based knowledge and school-based knowledge, as a way to provide all students opportunities for meaningful and intellectually challenging science learning. The potential of these scaffolds for connected science is examined through a case study in which a team of fifth-grade

teachers used the student-identified problem of pollution along a nearby river as an interdisciplinary anchor for teaching science, math, language arts, and civics. Their analysis makes visible how a diverse form of knowledge were able to support project activities, examines the consequences for student learning, and identifies the features of real-world problems and school-community partnerships that created these bridging opportunities.

Field trips :

Historically, Aristotle and Socrates incorporated travel as a value part of there teaching. (Kreppel; & Duvall. 1981: 8). It was considered that travel is the way to experience real situation and draw out knowledge. The educational "excursion" was founded on "the belief that every child is a stranger in the world; thus, it is the function of education to introduce the child to human and material surrounding" (Kreppel; & Duvall. 1981: 8)

Harvey (1951) suggests that A fieldtrip can introduce a unit of instructionto create interest in a subject or topic; (Ruddmann. 1994; citing Harvey. 1951) or it can be used as the main body of the instructional unit, a tool to enhance and motivate learning concepts. (Orion; & Hofstein. 1991: 513 – 523) Field trips can create relevancy to science classroom learning when connected to the outside world. (Kreppel; & Duvall. 1981: 9)

The excursion expanded through every educational area and evolved to the current term "field trips" (Ruddmann. 1994: 138 – 141)

Kreppel; & Duvall (1981: 8 – 9) define the definition of field trip that field trips is a trip arranged by the school and undertaken for educational purposes, in which the students go to places where the materials of instruction may be observed and studied directly in their functional setting: for example, a trip to a factory, a city water works, a library, a museum etc.

Science teachers are in general willing to use field trips as part of their pedagogy because they feel that their students need hands-on, real life experience or to examine applications of science which augment their classroom studies. (Michie. 1998: 43 – 50)

Dewey (1981) once wrote that "Education is life," that what student learn and the way they learn it should be rooted in society and social experience. (Scarce. 1997: 219 – 229 ; citing Dewey. 1981) ; Scarce (1997: 219 – 226) states that field trips may

best be seen as an example of short-term experiential education.

Scarce (1997: 219 – 226) suggests that Field trips deserve more attention from sociologists. Many instructors eagerly embrace technological tools, including electronic media of all kinds that promise to bring the world to their students. In the process, however, students are merely exposed to a mediated portrayal of society/ societies and social issues. Field trips offer the sort of enriching experiences that Dewey recognized as so central to successful educational endeavors because they are experiences, lived social events that become ways of knowing. He concludes that the world merely represented by videos, computer software, and CD-ROMs- and for the matter, text books and lectures-is nevertheless out there and available for teachers and students to explore and to construct together. If conceived with imagination and planned with attention to detail, field trips can be among the most intensive, in-depth, integrative, and rewarding of educational experiences for students and instructors alike.

In the study of "Memorable Experiences of a Science Field trip", Knapp (2000:65-71) finds that science field trip can produce events that the student will remember long after the program is completed. The classroom teacher could enhance the quality of this information and prevent "decay" or "interference" of these memories through repetitive classroom exercises following the program. It would, therefore, be prudent to associate the subject matter presented during the field trip with the science curriculum employed in the classroom. This connection will increase the likelihood of long-term retention of the subject matter and place the science field trip as a much more important tool for accomplishing classroom objectives. Moreover, research has shown that participants of programs of field trip have initially gained knowledge and improved attitudes.

Virtual field trips:

Despite research confirming enhanced learning, relatively few teachers take students on field trips. Krepel & Duvall (1981: 2 – 4) report that only 10 percent of teachers surveyed conduct field trips in given school year. Reason teachers give for not taking field trips include a schedule which is already too full, too many pupils in class, lack of time for planning, problem with liability, lack of transportation, lack of funding, lack of resource people for assistance.

New technology can help decrease problems above by using virtual field trips. Cox-Petersen (2001: 18 – 20) suggests that virtual field trips are one way to help

students can "visit" places without leaving the classroom.

ICT, especially virtual material can be used in teaching and learning for young children from 3 – 11 ages. (Farmery. 2002: 124 – 125)

Farmery (2002: 125 – 131) reports that Virtual material in particular can provide a rich and vivid insight into scientific theories and so children must be encourage to question what they see and hear.

For the advantages of virtual field trips, Tuthill and Klemm (2002: 453 – 468) suggest that teacher may choose to create their own virtual field trips by visiting local site, such as industrial facility or a natural environment, taking their own images, and then adding their own informative captions. Reasonably priced digital cameras and readily available, easy to use web-authoring software offer the average classroom teacher a way to create virtual field trips to sites in their local community and to tailor their virtual field trips to fit his/her students' need. The content can be matched to the actual curriculum, and the language level adjusted to accommodate abilities of students in a class.

With the advent of instruction technology (e.g. Internet and distance learning), virtual field trip reduce or eliminate the logistics associated with the arranging physical field trips such as transportation, permission slips, fees, and chaperones. Mitchell and Wesolik (2002) presents that as there is typically no commute involved with a virtual field trip, virtual field trips enable the learner to have access to and experience a wider range and variety of instructional content than those typically provided for in physical fieldtrip. They suggest methodologies that will them to extend student's learning after experiencing a virtual field. In the process, teachers will provide their students with interactive learning experience that will enable them to construct new knowledge, touch upon all students' specific learning modalities, and enrich their learning in a developmentally appropriate manner.

Novakova (2003: online) states in the research "Impact of New media For the Increase of the Level of Technology Education" that new media a great break in the modern concept of teaching process in general as well as in technology education especially with regard to its content. Gradual equipment of our upper secondary schools and high technical schools with computer technique with access to internet, with the use of educational CD ROM, Video-cassettes and other modern media in instruction as well as in free activities oriented to technology particularly increase the source of

information not only for the teachers but also for the students, these particularly contribute to the concretization of subject matter of the curricula, support the development of creative abilities, independent thinking and problem solving of technology subject for the students, support the development of positive attitude to the studied field, increase objective approach to the instruction, enable the teachers to apply creative teaching strategies, problem instruction connected with work in groups, etc.

The present results of the research in this sphere state that the implementation of new media in upper secondary school and high technical school particularly contribute to the increase of students activity in instruction, deepens their interest in technology education due to the reason that information on internet are up-dated, they develop their ability to independently approach to problem solving. The new media from general aspect enable them to acquire skills during work with computer technique which is one of the basic qualification preconditions for successful taking up of a job in modern society of the 21st century, for the continuation in studies at universities as well as for life-long learning.

4. The Royal Chitralada Projects

The Royal Chitralada Projects are located in the area of Chitralada Palace, the resident of His majesty King Bhumibol Adulyadej of The Kingdom of Thailand. His Majesty the King concerns of his people welfare life and he want to help his people.

Thailand is an agricultural country. The mainly of people are farmer. His majesty the King determinates to develop agriculture and processing enterprises so as to improve his people's wellbeing.

Regional Office for Asia and Pacific (RAP) Food and Agriculture Oranization of the United Nations Bangkok, (1995) divides The Royal Chitralada Projects in 7 groups as follow :

1. Crops and crop Processing
2. Dairy Industry
3. Fishery
4. Forestry
5. Research and Development
6. Laboratory Experiments

7. Other Projects

According to this research, researcher chooses "Dairy Industry" and applies as community resources for an extra science curriculum for MS 2 students (Year – 8).

5. Milk and milk product

Milk

There are many experienced people in milk and dairy processing. For example, they gave the explanation on milk as follows :

Tungcharearnchai; & Kavila (1988: 44) state that milk is a pure liquid from udders of a healthy cow without Colostrum and contain Lipid not lower than 3.25% and milk solids-non – fat not lower than 8.25%

Chaisrisongklam (n.d.) states the meaning of milk that milk is a substance which secretes from mammary glands of mammals.

Walstra; et al. (1999: 188) states that Milk is a raw material for the manufacture of several food products. These products are predominantly made in dairy factories. Their mode of operation is dominated by the properties of the raw material.

Ruegg (2001: online) presents that high quality milk should be white in appearance, have no objectionable odours and be free of abnormal substances such as pesticides, added water or antibiotic & antiseptic residues. She presents that in most developed dairy countries milk quality is defined by the somatic cell count(SCC) and the bacteria count ("standard plate count" or SCC) in pre-pasteurized bulk tank milk.

From "The Introduction to Dairy Science and Technology : Milk History, Consumption, Production, and Composition" Dairy science and technology: University of Guelph stated that milk is as ancient as mankind itself, as it is the substance created to feed the mammalian infant. All species of mammals, from man to whales, produce milk for this purpose. Many centuries ago, perhaps as early as 6000-8000 BC, ancient man learned to domesticate species of animals for the provision of milk to be consumed by them. These included cows (genus Bos), buffaloes, sheep, goats, and camels, all of which are still used in various parts of the world for the production of milk for human consumption.

Milk Products

Milk has high water content and is unstable, and a number of processes have been developed to reduce the water content and to make the product more stable. Southgate (2000: 166) presented on milk products as follows :

Dried milks : Dried milks were originally produced by roller-drying where the milk passed in thin film over heated rollers. This was a rather rigorous treatment and produced flavour changes and substantial losses of vitamins. It also produced changes in colour due to the formation of Maillard reaction products between the protein and the lactose, which are associated with reductions in the biological value of the proteins. Roller-drying has been largely replaced by spray-drying, where a thin spray of milk is passed into a heated chamber. This is a milder treatment that can be more closely controlled and therefore leads to less nutritional and sensory damage.

Cream : The separated milk fat is used to produce a range of different type of cream, varying principally in the fat content but also in the methods used in their production which modify their physical properties. Single cream contains about 18% fat and is usually pasteurized. Double cream contains 48% fat, whereas whipping cream has a lower fat content (39%). Both of these products may also be pasteurized without affecting their capacity to form foams. Clotted creams are produced by scalding milk in heated pans; this produces a very efficient separation of fat and the clotted creams contain 60% of fat. Some creams are given ultra-heat treatment to produce a long-life variety. The cream contains the residual non-fat portion of the milk and this contains the water-soluble nutrients in milk, in the same proportions.

Cheeses : Cheese-making from milk was one of the earliest ways of converting a liquid unstable product into a concentrated food that could be stored. There are a very large number of different types of cheese which vary because of differences in the treatment of the starting material and in the way the cheese curd is subsequently treated and matured and many reasons.

6. Dairy Processing

Dairy processing occurs world-wide; however the structure of the industry varies from country to country. The milk processes taking place at a typical milk plant include : (COWI Consulting Engineers and Planners, Denmark: online)

- Receipt and filtration/clarification of the raw milk;

- Separation of all or part of the milk fat(for standardisation of market milk, production of cream and butter and other fat-based products, and production of milk powder)
- Pasteurization;
- Homogenisation (if required);
- Deodorisation(if required);
- Further product-specific processing;
- Packaging and storage, including cold storage for perishable products;
- Distribution of final products

Heat treatment

Walstra; et al. (1999: 189) state that the manufacture of virtually all milk and dairy products involves heat treatment. Such treatment is mainly aimed at killing of micro organisms and inactivation of enzyme, or to achieving some other, mainly chemical changes. The results greatly depend on the intensity of the treatment, i.e. the combination of temperature and duration of heating. (Walstra; et al. 1999: 189)

Walstra; et al. (1999: 383) present about milk for liquid consumption that liquid milk can be delivered to the consumer after various heat treatment. The properties of liquid that require the most attention are safety to the consumer, shelf life and flavour. This milk has a very long storage life when packed aseptically in packs that exclude oxygen. (Southgate. 2000: 166)

They also presented about pasteurized and sterilized milk as follow :

Pasteurized milk must be safe for the consumer and have a shelf life of several days when kept refrigerated. Flavour, nutritive value, and other properties should deviate only slightly from those of fresh raw milk. Tungcharearnchai and Kavila (1988: 85 – 86) stated that pasteurization is the most important process for milk products to eliminate pathogenic bacteria in raw milk.

7. Milk Quality Control

Quality control in dairy products is important for improving milk quality and dairy products. For quality control to be efficient, laboratory technicians need to be properly qualified and must possess the necessary expertise, Laboratory technician. In addition laboratory equipment must also be sufficient and up to date.

Some organizations which are experts in this area are : (Chaisrisongklam. n.d.)

1. Central milk Laboratory, a government organization.
2. Regional milk laboratory, often work in conjunction with Regional Veterinary Laboratory.
3. Milk collection centre Laboratory, as found in The Royal Chitralada Projects.

He presents quality tests as follows;

Platform Quality Test

This is a milk quality test conducted at the delivery point such as a milk collection centre, and a dairy product processing factory. When the dairy representative arrives at the delivery point, their milk has to go through a basic quality check by using the following method :

1. Organoleptic tests to check for taste, odour, consistency and colour, all of which are perceptible to the human senses.
2. Temperature Test, the temperature should not be higher than $18^{\circ}C$
3. Specific gravity Test by using Hydrometer to measure the milk's density and solids. The fat content should also be determined at the same time.

Routine Test

In the laboratory, the tests are more detailed and there are 3 groups of tests :

1. Bacteria counting by counting colonies.
2. Specific bacteria search such as Coliform, Thermoduric bacteria.
3. To measure Reductive activity such as the Methylene Blue test

These three tests all serve the same purpose of checking the quality of the milk for grading and for determining what the milk could be used for.

Methylene Blue Test

The Methylene Blue test is one of the tests in the third group. It is the most popular method for measuring reductive for due to its simple procedure. Lab Methylene Blue is an indicator. The time it takes for the colour to fade indicates the degree of microbial activity and the number of micro organisms. If there is a lot of microbial activity and a lot of micro organisms, the blue colour of the Methylene Blue will fade quickly. Vice versa if there are few micro organisms and little microbial activity, the color will fade slowly. (Anekavieng. 1986: 87 – 88 ; & Tungcharearnchai. 1995: 94 – 95)

During a Methylene Blue Test if it takes more than five and a half hours for the milk to change colour, the quality of the milk is good. If it takes less time, the quality is inferior. (Chaisrisongklam. n.d.)

Milk quality control is the use of approved tests to ensure the application of approved practices, standards and regulations concerning the milk and milk products. The tests are designed to ensure that milk products meet accepted standards for chemical composition and purity as well as levels of different micro-organisms. (Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing Republic of Kenya. n.d.)

8. science achievement

The intended learning outcomes of science curricula should be aligned with the goals of science competency and science literacy, science achievement and positive attitudes toward science as learning outcomes for science curricula have been considered. (National Research Council. 1996: 75 – 76) The National Research Council (1996: 91) emphasizes the importance of appropriate selection of content and teaching strategies for implementing science in the classroom to address concerns pertaining to science achievement.

Within the science class room talking is a central to the teaching and learning process. Talk is highly organized even if it does sound like noise. Different sorts of talk, involving different people, are used for different purposes. Teachers explain, give instructions, use talk to manage the lesson and the students, promote discussion and learning. Students talk to each other as well as the teacher. Talking particularly discussing, debating and sharing ideas, helps to make science more human and interesting to students, and widens its appeal to those who might otherwise see science as being to impersonal. Teachers are under pressure to get through the curriculum and talking take time. But for effective learning to take place, students need to be given a chance to really talk about their ideas.

There are many things, teachers should realize one is that as Bruner (1966: 5) suggests, the intellectual of the child is no clockwork sequence of events; it also responds to influences from the environment, notably the school environment. Thus instruction in scientific ideas, even at the elementary level, need not follow slavishly the natural course of cognitive development in the child. It can also lead intellectual development by providing challenging but usable opportunities for the child to forge

ahead in his development. Experience has shown that it is worth the effort to provide the growing child with problems that tempt him into next stage of development. (Bruner. 1966: 5)

Questions are an important part of classroom talk, and students' questions play an extremely important role in developing their understanding of science. Questions and the search for answers are central to science itself.

Besides, Questions are used as a tool for assessing students understanding of science. To assess science achievement, questions are important in the role of questioning how students understand science. Assessment is the purpose of questions. Assessment is not simply concerned with testing the recall of knowledge, or what students can remember from the previous lesson. More importantly, questions can be used to find out what ideas and understanding students have in relation to the science topic being taught.

To measure science achievement, questions is important and should related to their level of cognitive demand.

Amos (2002: 8 – 9) concludes that Bloom questions in Bloom's taxonomy of education objectives and questions can be put in two broad groups- lower order questions and higher order question. Recall, Comprehension, Application are Lower order question and Analysis, Synthesis and Evaluation are higher order questions.

Bloom's Cognitive Taxonomy is a system of classification that identifies 6 levels of complexity of thoughts. The levels are knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, evaluation. (Bloom; et al. 1956: 3 – 5)

The six competences and skills are demonstrated as follows; (Bloom's Taxonomy. 1956: online)

Knowledge :

- observation and recall of information
- knowledge of dates, events, places
- knowledge of major ideas
- mastery of subject matter
- Question Cues: list, define, tell, describe, identify, show, label, collect, examine, tabulate, quote, name, who, when, where, etc.

Comprehension :

- understanding information
- grasp meaning
- translate knowledge into new context
- interpret facts, compare, contrast
- order, group, infer causes
- predict consequences
- Question Cues: summarize, describe, interpret, contrast, predict, associate, distinguish, estimate, differentiate, discuss, extend

Application :

- use information
- use methods, concepts, theories in new situations
- solve problems using required skills or knowledge
- Questions Cues: apply, demonstrate, calculate, complete, illustrate, show, solve, examine, modify, relate, change, classify, experiment, discover

Analysis :

- seeing patterns
- Organization of parts
- Recognition of hidden meanings
- Identification of components
- Question Cues: analyze, separate, order, explain, connect, classify, arrange, divide, compare, select, explain, infer

Synthesis :

- use old ideas to create new ones
- generalize from given facts
- relate knowledge from several areas
- predict, draw conclusions
- Question Cues: combine, integrate, modify, rearrange, substitute, plan, create, design, invent, what it? , compose, formulate, prepare, generalize, rewrite

Evaluation :

- compare and discriminate between ideas
- assess value of theories, presentations
- make choices based on reasoned argument

- verify value of evidence
- recognize subjectivity
- Question Cues assess, decide, rank, grade, test, measure, recommend, convince, select, judge, explain, discriminate, support, conclude, compare, summarize

9. Science process skills

Jink (1997: online) makes a conclusion of the science processes from Commission of Science education of AAAS. (American Association for the Advancement of science.) There are 13 skills divided into 2 groups. As follows :

1. The Basic Process skills: There are 8 skills.

1.1 Observation : This is the most fundamental of all of the processes. Observation may be defined as the gathering of information through the use of any one, or combination of the five basic senses; sight, hearing, touch, taste, and smell.

1.2 Measurement : This process is an observation made more specific by comparing some attribute of a system to a standard of reference. An example is when the length of an object is expressed in terms of the length of a meter or when the mass of an object is expressed by referring to a standard such as a gram. Measurement and observation are the only process skills that are actually two forms of the same thing.

1.3 Quantification : Quantification refers to the process of using numbers to express observations rather than relying only on qualitative descriptions.

1.4 Classification : Classification is the process of grouping objects on the basis of observable traits. Objects that share a given characteristic can be said to belong to the same set. The process is somewhat arbitrary depending upon the identifying trait selected.

1.5 Communication : This process actually refers to a group of skills, all of which represent some form of systematic reporting of data. The most common examples include data display tables, charts and graphs. The process is conceptually fairly simple and is frequently based upon some type of two or three dimensional matrix with the axes representing the system variables and the cells of the matrix representing the interactions.

1.6 Relationships : The process skill of relationships deals with the interaction of variables. This interaction can be thought of as a kind of influence--counter influence occurring among a system's variables.

1.7 Inferring : Inferring is an inventive process in which an assumption of cause is generated to explain an observed event. This is a very common function and is influenced by culture and personal theories of nature.

1.8 Predicting : This process deals with projecting events based upon a body of information. One might project in a future tense, a sort of trend analysis, or one might look for an historical precedent to a current circumstance. In either case, the prediction emerges for a data base rather than being just a guess. A guess is not a prediction. By definition, predictions must also be testable. This means that predictions are accepted or rejected based upon observed criteria. If they are not testable they are not predictions.

2. The Integrated Process Skills. There are 5 skills.

2.1 Operational definitions : An operational definition is one that is made in measurable or observable terms. An operational definition should not require interpretation of meaning nor is it relative. The meaning of the defined term must be explicit and limited to the parameters established for the definition.

2.2 Controlling variables : This process is also a kind of group process because one may engage in several different behaviours in an attempt to control variables. In general, this skill is any attempt to isolate a single influent of a system so that it's role can be inferred. The process is an attempt to achieve a circumstance or condition in which the impact of one variable is clearly exposed. The use of experimental and control circumstances, standardizing procedures and repeated measures are only a few of the ways in which variables might be controlled.

2.3 Hypothesising : Hypothesising is, again, an intrinsic and creative mental process rather than a more straight forward and obvious behaviour. Consequently, developing this ability is probably less a product of linear training but more a function of intuitive thinking that emerges from experience.

2.4 Interpreting data : This process refers to the intrinsic ability to recognize patterns and associations within bodies of data. Obviously there is a direct contribution of the previous process, communication, to interpreting data. The better the data is represented the more likely one will detect associations within the data.

2.5 Experimenting : This process is a systematic approach to solving a problem. Usually experimenting is synonymous with the algorithm called scientific method which follows these five basic steps in figure 4 :

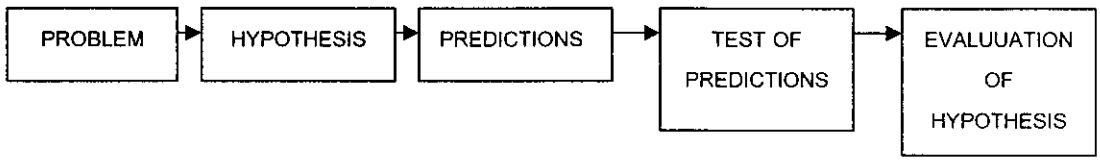


FIGURE 4 STEPS OF EXPERIMENTATION

In experimentation each step emerges from the previous one. The purpose of the process is to judge the extent to which a hypothesis might be true and to set a standard whereby that judgement is made. Consequently, scientists tend to think in terms of probabilities of truth rather than absolute correctness.

Harlen (2000: 73 – 77) explains that in order to build understanding at any level it is important for learner to be able to :

- Raise questions that can be answered by investigation
- Develop hypotheses about how events and relationships can be explained.
- Make predictions based on the hypotheses
- Gather relevant evidence to test the prediction: planning
- Gather relevant evidence to test the prediction: observing
- Interpret evidence and draw valid conclusions
- Communicate and reflect on procedures and conclusions

These things involve processing ideas and information and so they are describe as "process skills."

Harlen (2000: 80) also suggests that the ability to use scientific skills is the willingness to use them. This means willingness to question preconceived ideas in order to test them, to regard ideas as tentative, to change them in the light of evidence. It is important also to add a moral value of sensitivity for the environment, both natural and made, in the course of investigating it.

10. scientific attitudes and Attitude towards science

Scientific attitudes or attitudes towards science are one of the learning outcomes for science curricular. (Parker; & Gerber. 2000: 236 – 242)

When science is presented as a collection of facts, students are left with the perception that everything that there is to be known about science is already known and can be found in their text book. This is a miss understanding of the nature of science because science is constantly changing. History is replete with examples of scientific discoveries that changed the perceptions of the world. An understanding of a nature of science help students to realize that change is the rule rather than the exception. Rakow (1986: 15) argued that moreover the understanding the dynamic natures of science, students need to develop attitudes that characterize the enterprise of science. He presents science attitudes as follow;

- Curiosity
- Willingness to suspend judgment
- Open-mindness
- Skepticism

Farmery (2002: 7) presents that scientific attitudes suggest the notion of science as a way of thinking, i.e. through the demonstration of curiosity, through the use of questioning and the ability to think through problems. Further attitudes that science teaching and learning build up include care for the environment, care for plants and animals and care for the pupil themselves. Nott (1992: 13) considers that education about scientists, as now included in the primary curriculum, aids in both the acceptance of scientific ideas and gives pupils understanding of the nature of science. He suggests that through this type of study, children develop more positive attitudes towards science.

Harlen (2000: 22 – 23) states that the goals of science education should include fostering the attitudes and values of :

- Curiosity
- Respect for evidence
- Flexibility in the ways of thinking
- Critical reflection
- Sensitivity in investigating the environment

Harlen (2000: 129) points that skills and attitudes are components of the complex activities which is called inquiry or investigation. It is important to look at the

components so as to help students develop skill in all aspects of the development of understanding. To Gathering evidence about process skills and attitudes is likely to require a combination of :

1. Observing children's actions
2. Questioning and discussing
3. Studying in written work designed to reveal the use of process skills and attitudes.

Bruner (1966: 114) states that curiosity is almost prototype of the intrinsic motive. Our attention is attracted to something that is unclear, unfinished, or uncertain. We sustain our attention until the matter in hand becomes clear, finished, or certain.

The word "intrinsic" motive for learning; Bruner (1966: 114 – 117) defines as one does not depend upon reward that lies outside the activity it impels.

Attitudes, feelings or perceptions of science are recognized as important for science achievement and for selection of science-related careers by students. (Parker; & Gerber. 2000: 236 – 242) According to Hornung (1987), lack of student enthusiasm, interest, or motivation in science contributed to reduced participation in science classes and to shortages of scientist and technologists in industry. (Parker; & Gerber ; citing Hornung. 2000: 236 – 242) Moreover, Science attitudes were found to have a positive correlation with science achievement and participation in advanced science course. (Lee; & Burkam. 1996: 613 – 650 ; Simpson; & Oliver. 1990: 1 – 18)

Student science achievement and attitudes toward science vary according to factors relating to self, school, and home. (Parker; & Gerber. 2000: 236 – 242) To investigate the effect of those factors on achievement and attitudes, Simpson and Oliver (1990: 1 – 18) summarized major findings of a longitudinal research study conducted between 1980 – 1981 and continued between 1985 – 1986. They found that the quality of classroom instruction was identified as alterable variable affecting student science achievement and attitudes toward science. Even though factors related to home and self contributed to student attitudes toward science, science classroom instruction had a greater effect on attitudes, as measured in the Simson-Troost Attitude Instrument.

Parker; & Gerber (2000: 236 – 242) suggest that one of the approaches which can support the reformation of science curriculum, as recommended by the National Research Council (1996) is the science intervention program. They found that students' science achievement and attitudes toward science improved as a result of the influence

of the 5-week intervention program. As observed by Parker; & Gerber (2000: 236 – 242) of their program, middle-grade students who had typically performed below average in school became more knowledgeable of science content and skills when involved in relevant, inquiry-based active learning experiences. Student attitudes toward science improved, with both quantitative and qualitative data supporting theses finding.

11. Assessment

Evaluation and measurement decisions should be made in terms of the purpose for use them. This principle helps a teacher focus on the purpose and use for the evaluation being planned. No evaluation or measure should be planned until the teacher has identified the question teacher is trying to answer and how the data from the measure are going to be used.

Teachers have an instructional problem to solve. They select the appropriate form of evaluation. Then they develop a measurement instrument or procedure. Using the measure, teachers collect the desired information. Using the information, teachers solve the instructional problem.

Evaluation of student learning is an integral part of the instructional process. Instruction, well done, is more complex than standing before learners and lecturing on the topic at hand. It begins with careful planning of what is to be learned and how students can best be helped to learn the material. From the first, teachers may think of ways that students will show what they have learned. As students study and learn, teachers observe and test and in several other ways collect information (evaluate students) on trouble spots and misunderstandings and skills finally mastered.

Teachers, need to know the meaning of two terms, measurement and evaluation so that they will be able to understand significant concepts.

Unnamed (1) (n.d.) states that measurement as used by teachers is a process of collecting information about the performance of a student or a class. It is a descriptive process. Measurement often includes the assignment of a number to express in quantitative terms the degree to which a pupil possesses a given characteristic. One of the most common tools of measurement used by teachers is the paper and pencil test. It measures many kinds of performance well. It is obviously not the only tool. When a teacher makes value judgments about pupils' performance, then she is doing more than measuring. She is using measurement data to evaluate. All

teachers evaluate pupils. Evaluation takes place when a teacher determines which students have satisfactorily completed a science course and which ones have not.

Teachers have many reasons for evaluating students. Primary reasons for evaluating pupils are those reasons which are an essential part of a teacher's main responsibility--helping students improve in knowledge and skills, feelings and attitudes; helping student learn. Secondary reasons for evaluating pupils are those reasons which are not central to the teacher's responsibility to help students learn but which are often met through evaluation. The needs of others involved in education--parents of the students, administrators, etc.--are met through evaluation.

Harlen (2000: 108 – 121) suggests role of assessment in science classroom is integral to teaching and is concerned with helping learning, not with assessing outcomes or with labelling students' achievement. It involves students, so that they can judge their work and be helped to recognise the next steps they need to take. Thus in this context of assessment has the role of supporting learning, identify students' ideas and skills, giving both teacher and student information about progress, and providing the basis for action to support further learning.

Farmery (2002: 149) presents that the mode or method of assessment is also stated at the planning stage. It is important to use a range of strategies for assessment, to allow for all children to demonstrate their progress in science, irrespective of their abilities in other areas of the curriculum. A child may have an excellent understanding of a particular science concept but lack the writing skills to demonstrate it during a written assessment; it is therefore essential that the student and beginning teacher develop an understanding of a variety of modes of assessment.

Boston (2002: online) states that the diagnostic use of assessment to provide feedback to teachers and students over the course of instruction are called formative assessment. It stands in contrast to summative assessment, which generally takes place after a period of instruction and requires making a judgment about the learning that has occurred (e.g., by grading or scoring a test paper).

The assessment of the learning outcomes and the process of evaluation have always been a key aspect of good science teaching. Formative assessment provides essential feedback to students and teachers as to where they are starting from the progress they have made towards attaining specified teaching and learning goals. Summative assessment provides evidence as to what has been achieved at the end of

teaching unit. There are many ways of teaching and learning science.

Fairbrother (1993: 239 – 248) states that Formative assessment is an integral part of teaching, it is on going and is used for diagnostic purposes to provide feedback to both students and teachers to improve the learning and teaching process. Summative assessment tends to be one-off and final, and concerned with achievement. It is strongly associated with sitting in judgment and awarding grades. He concludes two major conflicts between Formative and Summative assessment, the first is that of needing to use the information on student performance for two different purposes, that is, to indicate achievement for the award of final grade and also to provide feedback to improve performance. Information about earlier performance ought to become redundant as performance improves; and performance will fluctuate anyway, being influenced by a variety of factors, such that numbers alone do not give a proper reflection of ability. The second conflict occurs because the teacher has to fill two different roles, that of helper and that of judge. Students will reveal their deficiencies to someone who is genuinely helping them to overcome the deficiencies, but they will be reluctant to reveal their weaknesses if the revelation might count against them.

Rodrangkar (2001: 3) states that the following evaluations are currently applied in the education system :

1. While-learning Evaluation is used for teachers' planning and practicing.
2. Diagnostic Evaluation is used to indicate which objectives students have not achieved or what their weak points are and how the teacher can help them.
3. Accumulative Evaluation is done for reporting students' progress back to the parents and related people.
4. Curriculum or Programme Evaluation is emphasized in terms of the objectives in a particular curriculum, not including all contents and activities.

The new National Education Act of B.E. 2542 was officially adopted this year. Chapter 4 National Education guideline :

> "Section 26 ... Educational institutions shall assess learners' performance through observation of their development: personal conduct: learning behaviour: participation in activities and result of the tests accompanying the teaching-learning process commensurate with the different levels and type of education"
>
> (The national Act B.E. 2545 in Thailand)

According to this section, that means the assessment is focusing not only the test but all of everything that present students or pupils performance. It is called Authentic Assessment.

However, most educators acknowledge that written tests assess only a very limited range of student abilities and may restrict the ability of capable students to express themselves in other mediums. Critics have noted that grades, in and of themselves, provide no evidence of what has been taught, what has been gained, or how well it has been measured.

National Research council (1996: 75) gives the topic of assessment considerable attention, an emphasis that highlights the importance of assessment to science teachers, who are called upon to evaluate diverse skills. Contemporary teachers must feel confident in using authentic assessment it to measure achievement of science standards and benchmarks. (Project 2061. 1997: 1 – 2)

Kaewdang (n.d.) suggests in term of Authentic Assessment that the assessment is the key factor that can affect the learning behavior. Without the reform of assessment, it is rather difficult to reform learning.

Pearson Education Development group (Undated: online) states that authentic assessment aims to evaluate students' abilities in 'real-world' contexts. In other words, students learn how to apply their skills to authentic tasks and projects. Authentic assessment does not encourage rote learning and passive test-taking. Instead, it focuses on students' analytical skills; ability to integrate what they learn; creativity; ability to work collaboratively; and written and oral expression skills. It values the learning process as much as the finished product.

Authentic assessment refers to a method of evaluating the students knowledge, ability and skills which are closely related to their daily lives and experiences. Authentic assessment emphasises students' performance and thus is also called "Performance assessment". Examples of methods for authentic assessment are science communication assessment, group work assessment, and portfolios. (Kanjanawasi. 2002: 283 – 301. ; Dachakupt. 2003: 188 – 212)

12. Research framework

Because of educational problems in Thailand, especially about science education, reforms have been made to improve Thai educational system. The basic education curriculum should be related to present situation. Teaching and learning experience should have connections with currently social situations. Learners or students should be given opportunities to fully develop their potential. Teaching and learning processes should be adapted by emphasizing student-centred learning concepts with teachers as the role of facilitators.

Each school can design their own curriculum of any subjects, such as science extra curriculum, which is based on appropriateness and consistent with education standards (or core curriculum) from the ministry of education. (IPST. 2003: 3 – 4) In addition, the designed curriculum should allow the school to utilize real environment or similar context in the community as a resource of learning. The so-called community resources will provide the learners with direct experience. According to Science Education Standard B.E.2542, community resources are considered as important as the school itself.

Having studied documents relating to this research, learning concepts and formats of curriculum development, and being interested in the importance of community resources, the researcher thinks that the curriculum development which emphasized on community resources is a mean of solving educational problems. Therefore, the researcher has designed the research framework by making a start on studying reforms of educational systems, looking at The National Education Act BE. 2542 and Science Education Standard and learning curriculum development with an emphasis on community. Community resources in the researcher's concern are The Royal Chitralada Projects, which are originally initiated by His majesty the King.

To develop an extra science curriculum with emphasis on community, the researcher mainly refers to concepts of curriculum development by Tyler (1949); Taba (1962); Utaranan (1989); & IPST (2003), all of which focus on community resources. In addition, other key components for learning and teaching processes, such as activities, materials, and evaluations, are considered with suitability as stared in Review literature. Curriculum development with emphasis on community resource can be divided into seven procedures as follows :

1. Study Basic information; core curriculum, community resources, curriculum development, teaching-learning style, school, student background.

2. Give or design the purpose of curriculum and design curriculum.

3. Choose content related to core curriculum and community resources and design; course description, unit of learning, teaching and learning style, instructional media and lesson plan.

4. Evaluate curriculum before implementation of the curriculum by experts and re-develop.

5. Implementation of the curriculum.

6. Evaluate curriculum after implementation of the curriculum from the result of learning achievement, attitudes and science process skill.

7. Validation of the curriculum.

With the aforementioned basic knowledge in curriculum development, researcher has developed an extra science curriculum emphasized on community resources. Its procedures are concluded in graphic model (Figure 5), as follows

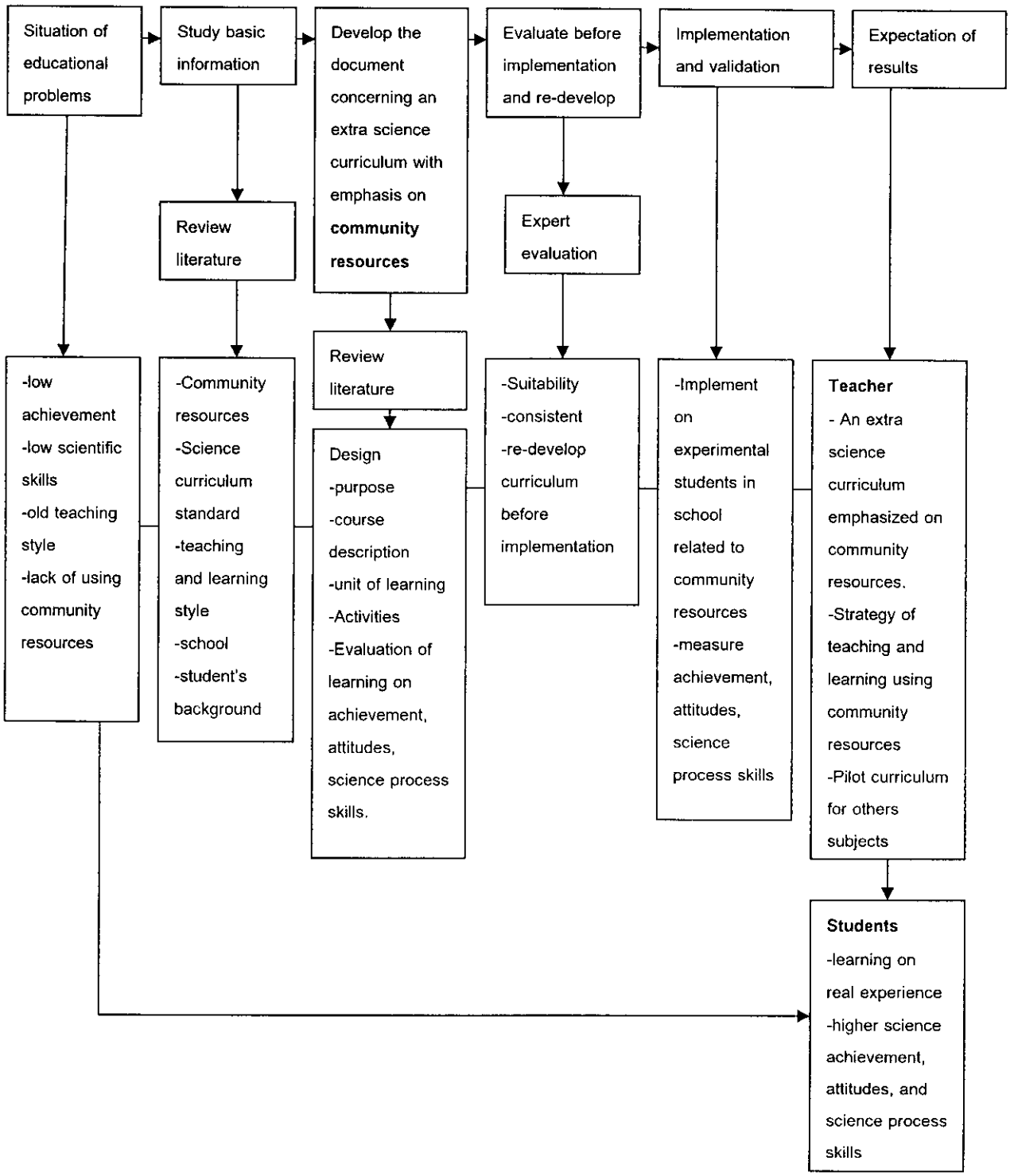


FIGURE 5 RESEARCH FRAMEWORK

Chapter 3

Research Methodology

This Chapter describes in details of research methodology as the research and development (R & D). This research is to develop and assess an extra science curriculum with emphasis on community resources "The Royal Chitralada Projects": and implement the curriculum on students at Chitralada School Year-8.This research is conducted in both quantitative and qualitative ways. Research methodology is described in five sections as follows:

1. Review literature.
2. Curriculum development and document concerning an extra science curriculum.
3. Develop research instruments and validate.
4. Evaluate an extra science curriculum from the result of the implementation of the curriculum with students of an experimental group of Year-8 (MS2).
5. Analyze data and validation.

Review literature

To review books, researches and published papers for out of classroom learning, field trip and the using community resources as a place to study and draw out science and details of classroom planning using student-centred learning approach. The processes are as follow;

1. Review literature on curriculum and curriculum development.
2. Review literature on the modern theory of teaching and learning; student-centred learning and educational psychology.
3. Study :
   - 3.1 The new National Education Act of B.E. 2542
   - 3.2 Details of Strand and Benchmark of a group content in learning science from IPST (2003)
   - 3.3 Objectives or purposes of teaching and learning science for lower secondary grade (keystage 3).

4. Study the overview of Chitralada School objectives after the reforms of the education curriculum (National act 2542).

5. Study on community resource(The Royal Chitralada Projects) related to science extra curriculum : Out of classroom learning and field trip,

6. Study content and details of nutrition, dairy farm, milk processing and quality control.

7. Study the idea and possibility and plan for an extra science curriculum related to community resources and how to achieve the final proposal.

8. Review teaching and learning strategies: Inquiry, constructivism.

9. Review ICT as a tool in modern teaching and learning science.

10. Review community resources : The Royal Chitralada Projects (Chitralada Dairy Farm, Chitralada Milk Collection Centre, Milk Processing)

11. Review: Science achievement, scientific attitude.

12. Review: Assessment of science achievement and scientific.

Curriculum development and document concerning an extra science curriculum

Researcher studies on the style of curriculum development from curriculum development educators and integrated their idea and produce researcher's steps as follow;

1. Study basic information on National act 2542, Science education standard: the basic education curriculum A.D. 2544 (The core curriculum) (IPST. 2003: 1 – 35), Community resources (The Royal Chitralada Projects), school, students' background, teaching and learning strategies, and curriculum development.

2. Design Curriculum purposes related to the core curriculum and community resources.

3. Choose the content related to the core curriculum and community resources. Design Course description, Unit of learning and Lesson plan for each unit of learning which is included teaching and learning strategies, instructional media, and evaluation. Details are as follow;

3.1 Develop document concerning an extra science curriculum (Appendix 3) related to science education standard: the basic education curriculum A.D.

2544 and community resources : The Royal Chitralada Project (Chitralada Dairy Farm, Chitralada Milk Collection Centre, Milk Processing).

3.2 Design overview of approach.

3.2.1 Study details of content related to 'The Royal Chitralada Projects'.

3.2.2 Contents are allocated in each week.

3.2.3 Develop 6 units of learning (Appendix 4) (learning activity, student work sheet, way of assessment). The learning activities and topics are; field trip, milk, the dairy cattle, pasteurization, milk quality control (MBRT Test), milk processing and dairy products. Students' activities composed of 6 units of learning in 7 weeks. (2 periods a week)

Overview of approaches are presented in table 1

TABLE 1 OVERVIEW OF APPROACH

Week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6	Week7
Unit1 Field trip	Unit2 Milk	Unit3 The farm	Unit4 MBRT	Unit5 Pasteurization	Unit6 Milk Processing	Unit6 Milk Processing

MBRT is a Methylene Blue Test.

3.3 Validation of content and units of learning.

3.3.1 Present units to the research committee. (supervisor)

3.3.2 Present units to five experts (Appendix 1) and conclude their comments and re- develop.

3.3.3 Try out units of learning activities with students from Year 8 (MS 2) who are not the experimental group from Chitralada School.

3.3.4 Re-develop unit of learning.

3.4 Develop lesson plan which is contained name, period, learning objective, content, activities, evaluation.

3.5 Validation of lesson plan.

3.5.1 Present lesson plan to research committee. (supervisor)

3.5.2 Present lesson plan to five experts and conclude their comments and re- develop.

3.6 Prepare instructors.

3.6.1 Explain details of an extra science curriculum with emphasis on community resources, lesson plan and teaching-learning style.

3.6.2 Explain how and what to measure on achievement, science process skills and attitudes.

4. Evaluation curriculum before an implementation of the curriculum by five experts (Appendix 1) in content, curriculum design and evaluation by using curriculum assessment form.

5. Implementation of the curriculum on students at school connected to community resources.

6. Evaluation of curriculum after an implementation of the curriculum from the results of the experiment.

7. Validation of the curriculum

Develop research instruments and validate (Appendix2)

Before implementation

1. The assessment form of an extra science curriculum draft

1.1 Develop a five level rating scale questionnaire to assess curriculum in term of the suitability and develop questionnaire of three level rating scale to assess the consistency of the curriculum.

1.2 Ask the research committee to comment on suitability of the questionnaire.

1.3 Ask five experts (Appendix 1) to assess suitability and consistency of an extra science curriculum by marking questionnaires.

1.4 Analyze data from experts marking questionnaire.

1.4.1 Suitability: use basic statistic of mean ($\overline{X}$) and standard deviation (SD). Each answer from the questionnaire of five Level Rating scale is weighted as follows :

5 means the most suitable

4 means very suitable

3 means suitable

2 means not very suitable

1 means the least suitable

Result of the suitability can be categorized into 5 levels

4.51 – 5.00 means the most suitable

3.51 – 4.50 means very suitable

2.51 – 3.50 means suitable

1.51 – 2.50 means not very suitable

1.00 – 1.50 means the least suitable

$\overline{X}$ of suitability which indicate the suitable curriculum is over 3.51

1.4.2 Consistency analyze from Index of consistency (IOC). Each answer from the questionnaire of three level rating scale is weighed as follows :

Consistent	is weighted as	1
Unsure	is weighted as	0
Inconsistent	is weighted as	-1

IOC which indicate the consistency of curriculum is over 0.5

Learning achievement

1. An individual examination paper to assess science learning achievement. (The Pre and Post test)

1.1 Study topics of assessment and evaluation of learning especially how to produce questions

1.2 Design structure of the assessment on cognitive domain in three aspects: knowledge, comprehension, and application.

1.3 Present to research committee and experts (Appendix 1) to consider

1.4 Redevelop structure of the assessment in accordance with experts' comments.

1.5 Develop an examination paper to measure science learning achievement using multiple choice items. The total number of items is 75.

1.6 Analyze content validity from Index of Consistency (IOC) by experts. The criteria are as follows :

Score +1 means experts who gives the mark is sure that question represent the content of an extra science curriculum.

Score 0 means experts who gives the mark is not sure that question represent the content of an extra science curriculum.

Score -1 means experts who gives the mark is sure that question does not represent the content of an extra science curriculum.

1.7 Calculate IOC of each question and choose question from the content validity criteria as follows :

IOC $\geq$ 0.5 means that question can be applied in the examination.

IOC < 0.5 means that question can not be applied in the examination.

1.8 Try the selected and adapted science learning achievement examination paper with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (non experimental students)

1.9 Analyze results from answer sheet. Define score as 1 and 0. Calculate the level of difficulty (p) and power of discrimination (r). Choose questions from the level of difficulty (p) .20 -.80 and the power of discrimination > .20

1.10 Try the complete science learning achievement examination paper with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (non experimental student) to find the reliability (r_{tt}) of the science learning achievement examination paper by KR-20

1.11 Complete the science learning achievement examination paper. Ready to use.

2. The behavioural observation form on the field trip to community resources.

2.1 Study on science field trip and authentic assessment.

2.2 Develop the behavioural observation form on the field trip to community resources using a 5 level rating scale in order to observe four aspects 1) curiosity, 2) responsibility, 3) participation and 4) data collection.

2.3 Ask for the research committee comments.

2.4 Ask for three experts comment and re-develop.

2.5 Complete the behavioural observation form on field trip to community resources. Ready to use.

Criteria of percentage scores are as follows :

$\geq$ 80% means very good

70 – 79% means good

60 – 69% means fair

50 – 59% means pass

Science process skills

1. An individual examination paper to assess science process skills. (The Pre and Post test)

1.1 Study topics of assessment and evaluation of learning especially how to produce questions.

1.2 Design structure of the assessment on science process skills: 1) observation, 2) measurement, 3) classification, 4) communication, 5) controlling variables, 6) hypothesising, 7) experimentation, and 8) data interpretation.

1.3 Present to research committee and experts to consider.

1.4 Redevelop structure of the assessment in accordance with experts' comments.

1.5 Develop an examination paper to measure science process skills using multiple choice items. The total number of items is 60.

1.6 Analyze content validity from Index of Consistency (IOC) by experts. The criteria are as follows :

Score +1 means experts who gives the mark is sure that question represent the content of an extra science curriculum.

Score 0 means experts who gives the mark is not sure that question represent the content of an extra science curriculum.

Score -1 means experts who gives the mark is sure that question does not represent the content of an extra science curriculum.

1.7 Calculate IOC of each question and choose question from the content validity criteria as follows :

IOC $\geq$ 0.5 means that question can be applied in the examination.

IOC < 0.5 means that question can not be applied in the examination.

1.8 Try the selected and adapted science process skills examination paper with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (non experimental students)

1.9 Analyze results from answer sheet. Define score as 1 and 0. Calculate the level of difficulty (p) and power of discrimination (r). Choose questions from the level of difficulty (p) .20 -.80 and the power of discrimination > .20

1.10 Try the complete science process skills examination paper with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (non experimental student) to find the reliability (r_{tt}) of the science process skills examination paper by KR-20

1.11 Complete the science process skills examination paper. Ready to use.

2. The presentation assessment form after the learning activities.

2.1 Study on science presentation, science communication and authentic assessment.

2.2 Develop the presentation assessment form after the learning activities using a 5 level rating scale in order to assess skills of science communication in four aspects 1.) Content presentation, 2) use of illustrative materials and media, 3) organization of presentation and 4) scheduling/ time spending.

2.3 Ask for the research committee comments.

2.4 Ask for three experts comment and re-develop.

2.5 Complete the presentation assessment form after the learning activities. Ready to use.

Criteria of percentage scores are as follows :

$\geq$ 80% means very good

70 – 79% means good

60 – 69% means fair

50 – 59% means pass

3. The science communication assessment form.

3.1 Study on science communication and authentic assessment.

3.2 Develop the science communication assessment form using a 5-level rating scales in order to assess skills of science communication in four aspects 1) selection of the topic, 2) presentation of the content, 3) use of visual aid or illustrative materials and 4)

application of information communication technology.

3.3 Ask for the research committee comments.

3.4 Ask for three experts comment and re-develop

3.5 Complete the science communication assessment form. Ready to use.

Criteria of percentage scores are as follows :

$\geq$ 80% means very good

70 – 79% means good

60 – 69% means fair

50 – 59% means pass

Scientific attitudes

1. Scientific attitudes questionnaire

1.1 Study on attitudes assessment and how to produce attitude questionnaire.

1.2 Develop questionnaire comprising 66 statements to measure personal scientific attitudes towards thinking, action and decision for seeking scientific knowledge. The statements concern curiosity, perseverance, rationality, thoroughness, honesty, and acceptability.

1.3 Ask for the research committee comments.

1.4 Analyze content validity from Index of Consistency (IOC) by experts.

1.5 Choose 40 statements in the range of IOC between 0.67 and 1.00

1.6 Try questionnaire with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (non experimental student)

1.7 Mark the questionnaire (criteria are in Table 2 as follow) :

TABLE 2 SCIENTIFIC ATTITUDE QUESTIONNAIRE CRITERIA

Attitude for the positive sentence			Attitude for the negative sentence		
Totally agree	5	mark	Agree	2	mark
Agree	4	mark	neutral	3	mark
neutral	3	mark	less agree	4	mark
less agree	2	mark	The least agree	5	mark
The least agree	1	mark	Totally agree	1	mark

1.8 Find out the power of discrimination and reliability of each sentence by (t-distribution) and select 30 statements.

1.9 Try 30 selected statement questionnaire with 102 purposively selected students from Year-9 students at Chitralada School. (Non experimental student) to find the reliability of the questionnaire using (α - coefficient) of Cronbuch.

1.10 Re-develop the questionnaire.

1.11 Complete the scientific attitudes questionnaire. Ready to use.

2. The assessment form of group working(cooperative learning)

2.1 Study on cooperative learning and authentic assessment.

2.2 Develop the group working assessment form using a 5 level rating scale in order to assess learners' cooperative learning.

2.3 Ask for the research committee comments.

2.4 Ask for three experts comment and re-develop.

2.5 Complete the group working assessment form. Ready to use.

Criteria of percentage scores are as follows :

$\geq$ 80% means very good

70 – 79% means good

60 – 69% means fair

50 – 59% means pass

Evaluate an extra science curriculum from the results of the implementation of the curriculum with Year-8 (MS2) experimental students

This research is a research and development methodology. There are three out standing variables: science learning achievement, science process skills and scientific attitudes. Researcher uses "One-group Pretest Post-test Design" (Vongratana. 2001: 383) as a research methodology.

1. Science learning achievement

Research Methodology is One group pretest- post test Design (Vongratana. 2001: 383) as in Table 3

TABLE 3 RESEARCH METHODOLOGY FOR ACHIEVEMENT OF STUDENTS

Group	Achievement Pre test	Experiment	Achievement Post test
E	T_1	X	T_2

Where

E represents Experimental group

T_1 represents Achievement mean scores of students for the Pre-test

T_2 represents Achievement mean scores of students for the Post test

X represents The implementation of an Extra Science Curriculum with emphasis on community resources

2. Science process skills

Research Methodology is One group pretest- post test Design (Vongratana. 2001: 383) as described in Table 4

TABLE 4 RESEARCH METHODOLOGY FOR SCIENCE PROCESS SKILLS

Group	Science process skills Pre test	Experiment	Science process skills Post test
E	T_1	X	T_2

Where

E represents Experimental group

T_1 represents Science Process Skills mean scores of students for the Pretest

T_2 represents Science Process Skills mean scores of students for the Post-test

X represents The implementation of an Extra Science Curriculum with emphasis on community resources

3. Scientific attitudes

Research Methodology is One group pretest- post test Design (Vongratana. 2001: 383) as described in Table 5

TABLE 5 RESEARCH METHODOLOGY FOR SCIENTIFIC ATTITUDES

Group	Scientific attitudes Pre test	Experiment	Scientific attitudes Post test
E	T_1	X	T_2

E represents Experimental group

T_1 represents Scientific attitudes mean scores of students for Pretest.

T_2 represents Scientific attitudes mean scores of students for Post-test.

X represents An Extra Science Curriculum with emphasis on community Resources.

Procedures

1. Curriculum implementation by follow up the complete curriculum draft and the lesson plan on experimental students.

2. Data collection (The pre and post test scores, individual work, cooperative work, science communication and attitude assessment).

Analyze Data and validation

Researcher analyzes data using programme SPSS/PC^{+} to compare achievement score of students before and after experiment

- Basic statistic mean ($\overline{X}$)and standard deviation (S.D.)
- Statistic for research analysis is t-test

In addition, researcher then presents descriptive information on authentic assessment to support the quantitative results of the experiment. The authentic assessment allows researcher to understand the implementation of an extra science curriculum with emphasis on community resources. The assessments are taken to use as later suggestions.

Chapter 4

FINDINGS

This chapter presents the findings of a development of an extra science curriculum with emphasis on community resources. The findings are presented in the following order: 1) curriculum development: the findings of developing the draft curriculum 2) evaluation of the draft curriculum before implementation and 3) curriculum implementation.

Curriculum development: the findings of developing the draft curriculum

The draft curriculum was evaluated and developed into the version for actual implementation with the experimental populations.

To begin with, researcher reviewed literature about the development of an extra science curriculum with emphasis on community resources. The Royal Chitralada Projects were used as the community resources. In addition, researcher studied Thai National Standards, Science Education Standard: the basic education curriculum AD 2544. Also, researcher made a review of science instruction strategies, focusing on inquiry and cooperative learning and assessment of science instruction. Then researcher defined problems and needs concerning the development of an extra science curriculum with emphasis on community resources. Next, researcher formulated the fundamental principle and objectives of the curriculum, content structure, methods of learning activities, subject definition and units of learning. In each unit of learning, contains a lesson plan including strand, benchmark, content, learning activities and evaluation of learning, all of which are based on student-centred learning.

Details of an extra science curriculum are :

1. The draft curriculum consists of
    - 1.1 Fundamental principle, main aim and objectives of the curriculum.
    - 1.2 Curriculum structure and its content.
    - 1.3 Methods of learning activities.
    - 1.4 Evaluation of learning.
    - 1.5 Subject definition.
    - 1.6 Units of learning.
    - 1.7 Lesson plans.

2. The subject content

Researchers developed the subject definition, strand and benchmark, prioritised the content with emphasis on community resources (The Royal Chitralada Projects) and utilize science from the resources to develop the units of learning.

Unit 1 Field Trip to the Farm and its Dairy Processing Places

Unit 2 Milk

Unit 3 Dairy Cattle

Unit 4 Quality Control (MBR Test)

Unit 5 Milk Processing

Unit 6 Dairy Products

The assessment of the draft curriculum before Implementation

Before implementation, the draft of an extra science curriculum with emphasis on community resources was assessed in order to identify any faults which can be improved and redeveloped in terms of suitability and consistency of the curriculum by experts in curriculum development and science education. The resulting of the assessment is as follows:

The result of suitability

TABLE 6 LEVEL OF SUITABILTY OF THE DRAFT CURRICULUM

Items	N = 5		Level of suitability
	$\overline{X}$	S.D.	
1. The curriculum principle is suitable.	4.40	0.54	Very suitable
2. The curriculum principle is relevant to necessity in daily life.	4.20	0.44	Very suitable
3. The curriculum principle is suitable for learners' development.	4.60	0.54	The most suitable
4. The curriculum objectives are clear.	4.60	0.54	The most suitable
5. The curriculum objectives are feasible and practical.	4.80	0.44	The most suitable
6. The curriculum content is appropriate to learners' age.	4.20	0.44	The most suitable

TABLE 6(continued)

Items	N = 5		Level of suitability
	$\overline{X}$	S.D.	
7. The curriculum content is feasible and practical.	4.80	0.44	Very suitable
8. Units of learning			
8.1 Unit 1 Field Trip to the Farm and Dairy Processing Places.	4.80	0.44	The most suitable
8.2 Unit 2 Milk	4.20	0.44	Very suitable
8.3 Unit 3 Dairy Cattle	3.60	0.54	Very suitable
8.4 Unit 4 Quality Control (MBR Test)	3.80	0.44	Very suitable
8.5 Unit 5 Milk Processing	4.40	0.54	Very suitable
8.6 Unit 6 Dairy Products	4.40	0.89	Very suitable
9. The content structure in each unit of learning meets the objectives.	4.20	0.44	Very suitable
10. The content is suitable for the learners' development.	4.60	0.54	The most suitable
11. The duration of the implementation is suitable.	4.20	0.44	Very suitable
12. Content classification (in each unit) is suitable.	4.60	0.54	The most suitable
13. Content prioritization is suitable.	3.80	0.44	Very suitable
14. Learning activities are appropriate to learners' age.	4.40	0.54	Very suitable
15. Learning activities encourage active learning approach.	4.60	0.54	The most suitable
16. The community resources "The Royal Chitralada Projects" are suitable for the curriculum content.	4.80	0.44	The most suitable
17. The field trip to "The Royal Chitralada Projects" is suitable for the curriculum content.	4.60	0.54	The most suitable
18. Teaching methods in each activity of learning are suitable.	4.20	0.47	Very suitable
19. Instructional media and learning material are appropriate to learners' age.	4.40	0.54	Very suitable

TABLE6 (continued)

Items	N = 5		Level of suitability
	$\overline{X}$	S.D.	
20. Instructional media and learning material are suitable for the content.	4.60	0.54	The most suitable
21. Instructional media and learning material encourage learning.	4.40	0.54	Very suitable
22. Evaluation in each unit of learning is appropriate to learners' age.	4.60	0.54	The most suitable
23. Composition of the curriculum is suitable.	4.20	0.44	Very suitable

From table 6 The evaluation of suitability of the draft curriculum from experts' marks indicates that the composition of the draft curriculum is ranged from very suitable to the most suitable.

In the level of the most suitable, the curriculum principle and the content in each unit of learning are the most suitable the learners' development. The curriculum objectives are clear, feasible and practical. The curriculum content is appropriate to the learners' age. The field trip to the community resources in Unit 1 and content classification are the most suitable for the curriculum content, especially The Royal Chitralada Projects as the community resources. Instructional media and learning material are the most suitable for the content. Assessment in each unit of learning is appropriate to learners' age.

In the level of very suitable, the curriculum principle is suitable and relevant to necessity in daily life. The curriculum content is feasible and practical. Units of learning 2-6 are very suitable. The content structures in each unit of learning, duration of the implementation, content prioritization and teaching methods in each learning activity are very suitable. Learning activities, instructional media and learning material are appropriate to learners' age. Instructional media and learning material encourage learning. In addition, the composition of the curriculum is very suitable.

The result of consistency

TABLE 7 CONSISTENCY OF THE DRAFT CURRICULUM

Items	N = 5
	IOC
1. needs and main aims	1
2. main aims and objectives	1
3. needs and objectives	1
4. objectives and content	0.8
5. main aims and content	0.8
6. objectives and learning activities	0.8
7. content and activities in each unit of learning	0.8
8. content and lesson plans	0.8
9. activities in units of learning and lesson plans	1
10. lesson plans and instructional media and learning material	1
11. lesson plans and learning assessment	1
12. content and learning assessment	1
13. instructional media and learning material and learning assessment	1
14. activities in units of learning and learning assessment	1

From table 7 the evaluation of consistency of the draft curriculum from experts' mark indicates that the composition of the draft curriculum was consistently determined. IOC which indicates the consistency of the draft curriculum is over 0.5.

Experts' suggestions on the draft curriculum

TABLE 8 EXPERT' SUGGESTIONS ON THE DRAFT CURRICULUM

Topics (of suggestion)	Suggestion
Principle	- Needs for the curriculum should be added in the document concerning curriculum
Curriculum objectives	- Objectives should be concerned with possibilities
Curriculum content	- Content should be most related to daily life.
	- Content should be ordered according to its difficulty.
	- Unit of learning MBRT should be implemented before unit of learning milk processing.
Curriculum Implementation	- Learning activities should be varied

According to experts' suggestions and comments, researcher re-developed the draft curriculum, prioritized the order of learning units and improved learning activities to make the complete curriculum for further implementation.

Curriculum implementation

Findings from the evaluation of the draft curriculum by experts were used to revise the curriculum. The inquiry cycle with the five steps of the learning cycle : 1) engagement, 2) exploration, 3) explanation and conclusion, 4) elaboration and exchange experiences, and 5) evaluation and application was used throughout the curriculum which was implemented with 69 MS 2 students of Chitralada School in the second semester, 2004. The total experiment took 14 hours (7 weeks).

Chitralada School is located near The Royal Chitralada Projects. Both are on the ground of Chitralada Palace.

In addition, cooperative learning and science communication skills are also applied through the learning activities.

More details of the documents concerning an extra science curriculum with emphasis on community resources, lesson plans and learning activities in each unit are shown in Appendix 3

The data were collected using quantitative and qualitative forms, including 1) pre-and post-tests of science achievement, 2) pre-and post-tests of Science Process Skills, 3) Scientific Attitudes Questionnaire, 4) The behavioural observation on the field trip to community resources, 5) The group working assessment form, 6) The presentation assessment form (after learning activities) and 7) The science communication assessment form.

1. Testing on Research Hypotheses

While implementing an extra science curriculum, the data were collected to test the research hypotheses as follows :

1.1 Pre-and post-tests of science learning achievement

Hypothesis 1: After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher learning achievement than before using the curriculum.

According to this research hypothesis, students who participate in an extra science curriculum with emphasis on community resources are expected to gain higher post-test scores than pre-test scores.

The pre- and post-tests are constructed using multiple choice items. The total number of items is 30, 5 items for each unit. The reliability of the tests measured by KR-20 is 0.83. The tests are used to evaluate students' abilities in three aspects: 1) knowledge, 2) comprehension, and 3) application of scientific knowledge and methods, the results of which are 36.66, 33.33 and 30.00 percent, respectively.

The pre- and post-test scores of the students' achievement are presented as mean (M) and standard deviation (SD) in Table 9

TABLE 9 PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' ACHIEVEMENT

Test	n	M	S.D.
Pre-test	69	14.35	4.15
Post-test	69	23.20	4.23

n = number of students df = n – 1

The mean post-test scores of the students are higher than the pre-test. The result of a pair-wise t-test used for testing the significance of difference of gained scores, the result of which is shown in Table 10

TABLE 10 T-TEST RESULTS OF PRE - AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' CHIEVEMENT.

Test	df	M	S.D.	t	p
Pre-test	68	14.35	4.15		
				18.538**	.000
Post-test	68	23.20	4.23		

$t_{(.05;\ df\ 68)} = 1.1669$ df = n -1 p = probability

The t-test results of pre- and post-test scores of the students' achievement show that the mean scores are significantly different at the .05 level. This indicated that the students' post-test scores are higher than the pre-test scores, which supports the research hypothesis 1.

In conclusion, the first hypothesis is well supported with the evidence showing that all students' post-test scores are higher than their pre-test scores.

1.2 Pre-and post-tests of Science Process Skills

Hypothesis 2: After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher science process skills than before using the curriculum.

According to this research hypothesis, students who participate in an extra science curriculum with emphasis on community resources are expected to gain higher post-test score than pre-test scores.

The pre- and post-tests are constructed using multiple choice items. The total number of items is 32, 4 items for each skill. The reliability of the tests measured by KR-20 is 0.88. The tests are used to evaluate students' abilities in eight skills: 1) observation, 2) measurement, 3) classification, 4) communication, 5) controlling variables, 6) hypothesizing, 7) experimentation, and 8) data interpretation.

The pre- and post-test scores of science process skills are presented as mean (M) and standard deviation (SD) in Table 11

TABLE 11 PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS

Test	n	M	S.D.
Pre-test	69	17.93	6.47
Post-test	69	23.57	4.87

n = number of students df = n – 1

The mean post-test scores of the students are higher than the pre-test. The result of a pair-wise t-test used for testing the significance of difference of gained scores, the result of which is shown in Table 12

TABLE 12 T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST-TEST SCORES OF STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS.

Test	df	M	S.D.	t	p
Pre-test	68	17.93	6.47		
				9.834**	.000
Post-test	68	23.57	4.87		

$t_{(.05;\ df\ 68)} = 1.1669$ df = n – 1 p = probability

The t-test results of pre- and post-test scores of the students' science process skills show that the mean scores are significantly different at the .05 level. This indicates the students' post-test scores are higher than the pre-test scores, which supports the research hypothesis 2.

In conclusion, the second hypothesis is well supported with the evidence showing that all students' post-test scores are higher than their pre-test scores.

1.3 Scientific Attitudes

Hypothesis 3: After extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher scientific attitudes than before using the curriculum.

According to this research hypothesis, students are expected to have more positively scientific attitudes after they participate in an extra science curriculum with emphasis on community resources than they do before they participate.

The data are collected by using 5-scale Likert questionnaire to assess students' scientific attitudes through the curriculum. A questionnaire consists of 30 items and assessed students' scientific attitudes in six aspects: 1) curiosity, 2) perseverance, 3) rationality, 4) thoroughness, 5) honesty, and 6) acceptability. The reliability of the attitude assessment using (α- coefficient) of Cronbuch is 0.92.

The students' scientific attitude results before and after implementation is showed in table 13

TABLE 13 SCIENTIFIC ATTITUDES BEFORE AND AFTER IMPLEMENTATION

Test	n	M	S.D.
Before	69	4.15	0..31
After	69	4.33	0.27

n = number of student df = n – 1

The mean scores of the scientific attitudes after implementation are higher than before. A t-test analysis is conducted for testing the significance of difference of gained scores. The results are shown in Table 14

TABLE 14 T-TEST RESULTS OF SCIENTIFIC ATTITUDES BEFORE AND AFTER IMPLEMENTATION

Test	df	M	S.D.	t	p
Before	68	4.15	0.31		
				4.916**	.000
After	68	4.33	0.27		

$t_{(.05;\ df\ 68)} = 1.1669$ df = n – 1 p = probability

According to the t-test analysis, the mean scores of students' scientific attitudes are significantly different at the .05 level. This indicated that the students' post-test scores are higher than pre-test scores, which supports the research hypothesis 3.

In conclusion, the third hypothesis is well supported with the evidence showing that after the implementation all students' have more positively scientific attitudes than before the implementation.

2. Others findings

While implementing an extra science curriculum the data were collected to support this research as follows:

2.1 The behavioural observation on the field trip to the community resources

The behavioural observation form for the field trip to the community resources is constructed using a 5 level rating scale in order to observe four aspects 1) curiosity, 2) responsibility, 3) participation and 4) data collection.

The data were collected and were assessed by the students themselves, their friends and teachers from the behavioural observation form on the field trip to the community resources. The results are presented in mean, standard deviation (S.D.) and coefficient of variation (C.V.) as shown in table 15

TABLE 15 RESULT OF THE BEHAVIORAL OBSERVATION ON FIELD TRIP TO COMMUNITY RESOURCES

Marks	Students themselves			Friends			Teachers		
	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.
20	15.710	2.646	0.168	16.246	2.614	0.160	16.449	1.676	0.101
%	78.550			81.230			82.245		

From table 15, the assessment results of the behavioural observation on the field trip to the community resources "The Royal Chitralada Projects" of experimental students from Chitralada School MS2 can be concluded that the percentage of scores shows that three groups of assessors, which are students themselves, friends and teacher, assessed the students' behaviour at the level of good, very good and very good respectively.

The assessment results of the coefficient variation (C.V.) from these three groups (students themselves, friends and teacher) are fairly close.

2.2 The assessment of group working (cooperative learning)

The group working assessment form is constructed using a 5 level rating scale in order to assess learners' cooperative learning. Group working skills are behaviours that can be observed by students themselves, their friends and teachers.

Hibbard (1998: 97) presents his idea of group working through the form of assessment on this character that a skill of group working is how well the learners do in cooperative learning leading to working systematically. They should behave according to their roles in group, share their sensible ideas among themselves and listen to others' opinions. Each learner should be willing to fulfill any tasks given by the group and follow the group agreement. They should create a good relationship, while taking part in monitoring and improving their group work. Advantages or disadvantages of their group work should be defined. Every member of the group should be part of the achievement. On the other hand, each of them should be responsible for any failure. In addition, they should be both a good leader and a good follower.

The data was collected three times in week 2, 3 and 5 using the group working assessment form which is created by researcher. The results are presented in mean, standard deviation (S.D.) and coefficient of variation (C.V.), which are shown in table 16

TABLE 16 RESULT OF GROUP WORKING (COOPERATIVE LEARNING) BY THREE GROUPS OF ASSESSORS.

Week	Students themselves			Friends			Teachers		
	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.
2 (50 marks)	40.231	7.392	0.183	43.913	5.969	0.135	44.478	2.435	0.054
3 (50 marks)	42.217	5.005	0.118	44.739	4.673	0.104	46.333	2.253	0.048
5 (50 marks)	43.840	4.998	0.114	45.579	4.466	0.098	46.971	1.271	0.027
SUM (150 marks)	126.288			134.231			137.782		
%	84.192			89.487			91.854		

From table 16, the results of group working assessment of the experimental students from Chitralada School MS2 can be concluded that the average scores in the third time of the assessment are higher than those in the second and the first time by three groups of assessors, students themselves, friends and teacher respectively.

It can be considered that the average summation and percentage assessed by three groups of assessors, which are the students themselves, their friends and teacher, show that the students' behaviour of group working is at the level of very good.

The coefficient variation (C.V.) results from these three groups of assessors (students themselves, friends and teacher) on each occasion are not distinctly different from one another and declined every time they were assessed.

The details of group working data are in Appendix 5

2.3 The presentation assessment after the learning activities

The presentation assessment form after the learning activities is constructed using a 5 level rating scale in order to assess skills of science communication. The presentation after the learning activity is assessed in four aspects 1.) Content presentation, 2) use of illustrative materials and media, 3) organization of presentation and 4) scheduling/ time spending. They are assessed by the students themselves, their friends and teachers.

The data was collected three times in week 2, 3 and 4 using the presentation assessment form after the learning activity. The results are presented in mean, standard deviation (S.D.) and coefficient of variation (C.V.), which are shown in table 17.

TABLE 17 RESULTS OF THE PRESENTAION AFTER LEARNING ACTIVITY BY THREE GROUPS OF ASSESSORS

Week	Students themselves			Friends			Teachers		
	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.
2 (20 marks)	15.173	2.376	0.156	16.869	2.689	0.159	16.724	1.402	0.083
3 (20 marks)	16.724	2.375	0.142	16.956	1.594	0.094	17.188	1.417	0.082
4 (20 marks)	17.159	1.685	0.098	17.144	1.018	0.059	17.463	1.170	0.067
SUM (60 marks)	49.056			50.969			51.375		
%	81.760			84.948			85.625		

From table 17, the results of the presentation assessment after learning activity of the experimental students from Chitralada School MS 2 can be concluded that the average scores in the third time of the assessment are higher than the second and the first time by three groups of assessors, students themselves, friends and teacher respectively.

It can be considered that the average summation and percentage assessed by three groups of assessors, which are the students themselves, their friends and teacher, show that students' behaviors of the presentation after learning activity is at the very good level.

The coefficient variation (C.V.) results from these three groups of assessors (students themselves, friends and teacher) on each occasion are not distinctly different from one another and declined every time they were assessed.

2.4 The science communication assessment

The development of science communication skills is as important for learners as decision making and higher-ordered thinking. Students who have such skills are able to present their idea and share their knowledge with others. Presentations can be oral or written, with clarity and logic. Learners are required to practice these skills regularly. One of science learning activities which encourage the development of science communication skills

is the use of Information Communication Technology (ICT). Computer can be used to develop learners' ideas and their imagination into useful and creative work. IPST (2004:22-26)

The science communication assessment form is constructed using a 5-level rating scales in order to assess skills of science communication. The experimental students in each group prepared their presentation by using PowerPoint and made posters of the topic they selected from the content in the extra science curriculum with emphasis on community resources. The science communication is assessed in four aspects 1) selection of the topic, 2) presentation of the content, 3) use of visual aid or illustrative materials and 4) application of information communication technology. The science communication (the presentation by using PowerPoint and the use of posters) is assessed by the students themselves, their friends and teachers. The data were collected during weeks 6 and 7 when unit of learning 6 was applied.

The results of science communication (presentation by program PowerPoint) are presented in mean, standard deviation (S.D.) and coefficient of variation (C.V.), which are shown in table 18

TABLE 18 RESULT OF SCIENCE COMMUNICATION (PRESENTATION BY POWERPOINT PROGRAM)

Marks	Students themselves			Friends			Teachers		
	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.
20	17.927	1.179	0.065	17.437	1.091	0.062	17.405	1.602	0.092
%	89.635			87.185			87.025		

From table 18, the assessment results of science communication (presentation by PowerPoint program) of experimental students from Chitralada School MS2 can be concluded that the percentage of scores from three groups of assessors, students themselves, friends and teacher shows the students' behaviour at the level of very good.

The assessment results of the coefficient variation (C.V.) from three groups, (students themselves, friends and teacher) are fairly close.

The result of science communication (the use of posters) are presented in mean, standard deviation (S.D.) and coefficient of variation (C.V.), which are shown in table 19.

TABLE 19 RESULT OF SCIENCE COMMUNICATION (POSTER)

Marks	Students themselves			Friends			Teachers		
	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.	M	S.D.	C.V.
20	18.768	1.582	0.084	17.927	1.342	0.074	17.304	1.638	0.094
%	93.84			89.635			86.52		

From table 19, the assessment results of science communication (the use of posters) of experimental students from Chitralada School MS2 can be concluded that the percentage of scores from three groups of assessors, students themselves, friends and teacher shows the students' behavior at the level of very good.

The assessment results of the coefficient variation (C.V.) from three groups, students themselves, friends and teacher are fairly close.

CHAPTER 5

CONCLUSION AND DISCUSSION

This chapter presents the conclusions of the study related to the objectives, hypotheses, research instruments, research procedures conclusions, implementation and recommendations.

Purpose of the Study

Purposes of the study are:

1. To develop an extra science curriculum for Year-8 (MS2). This satisfies the requirement in Strand 1: living things and living processes Benchmark 1.1, which emphasises the scientific process. The extra science curriculum will be developed upon community resources. (The Royal Chitralada Projects)

The details of Strand 1 living processes Benchmark 1.1 are as follows :

- To survey, explore, analyse and define behaviours of living things
- To find, discuss and discover biological technology for increasing products from agriculture and also for developing animal and plant breeding and to use the technology for the manufacture of products from agriculture.
- To survey nutrition and food which are related to human daily life and gain knowledge to choose suitable food for consumption in respect of gender and age.

2. To measure and compare student's scores of achievement, science process skill and scientific attitudes before and after an extra science curriculum has been applied.

3. To evaluate an extra science curriculum with emphasis on community resource (The Royal Chitralada Projects) for Year – 8 (MS 2) (science extra course). Active learning approaches are applied in the curriculum.

Research Hypotheses

The research hypotheses of this study are:

1. After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher learning achievement than before using the curriculum.

2. After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher science process skills than before using the curriculum.

3. After extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher scientific attitudes than before using the curriculum.

Research Instruments

The research instruments used in the study are as follows :

1) An extra science curriculum with emphasis on community resources.
2) The assessment form of an extra science curriculum.
3) An individual examination paper to assess science learning achievement.
4) An individual examination paper to assess science process skills.
5) Scientific attitudes questionnaire.
6) The behavioral observation form on field trip to community resources.
7) The assessment form of group working.
8) The assessment form of the presentation after the learning activity.
9) The assessment form of science communication.

Research Procedures

The research procedures are as follows :

Step 1 : curriculum preparation:

Researcher studied literature concerning the development of an extra science curriculum with emphasis on community resources, studied related documents and gathered information on community resources "The Royal Chitralada Projects" which are related to the science contents from books, documents and a visit to the community resources.

Step 2 : curriculum design:

The following procedures were used in the curriculum design step:

2.1 Compilation of documents concerning curriculum: the researcher produced the draft curriculum that consisted of 1) fundamental principle, main aim and objectives of the curriculum, 2) curriculum structure and its content, 3) methods of learning activities,
4) evaluation of learning, 5) subject definition, 6) units of learning and 7) lesson plans

2.2 Select teaching and learning styles: active learning approaches such as inquiry, cooperative learning and use of Information Communication Technology (ICT) which are incorporated into the curriculum. The contents and the activities are based on community resources "The Royal Chitralada Projects".

2.3 Develop lesson plans and assessment tools: lesson plans and assessment tools were examined by experts and redeveloped by the researcher.

2.4 Develop documents concerning units of learning and activities for students. These documents were examined by experts and redeveloped by the researcher.

2.5 Assess the draft curriculum with emphasis on community resources before implementation: five experts used the assessment form to assess the draft curriculum.

2.6 Conduct a preliminary study: the preliminary study was conducted to teach MS 2 students at Chitralada School who were not the experimental students. The aim of this phase is to check the lesson plans, units of learning and activities and to familiarise the teacher with the learning strategy.

Step 3 : curriculum implementation

This step is aimed at implementing the curriculum to student in a classroom environment. The curriculum was instructed by a science teacher of Chitralada School.

Step 4 : evaluation of curriculum after implementation and validation

This step is to evaluate curriculum from the results of the experiment after implementation : The pre- and post-test of science achievement, science process skills and scientific attitudes. The researcher was acted as an observer when the process of the implementation was being applied and had a discussion with the teacher who applied the curriculum. The responses and recommendations of the experts were used to evaluate and validate the curriculum.

Conclusion

Research findings can be concluded as follows :

1. Curriculum development

The curriculum is developed in accordance with the 1st standard strands of Thai National Education Standards in Science regarding living things and living processes, Benchmark 1.1. The learning activities are integrated with community resources and instructed by using the active learning approach which a strategy consisting of inquiry, cooperative is learning and the use of Information Communication Technology (ICT). Lesson plans are developed by using an inquiry process of five phases : 1) engagement, 2) exploration, 3) explanation and conclusion, 4) elaboration, and 5) evaluation and application. (IPST. 2000: 14 – 15)

This curriculum can be used in an extra or elective science course for lower secondary school students. The main principle of the curriculum is to illustrate investigation of students through the inquiry process and to integrate community resources into the curriculum. The active learning approach is required for the learning strategy. Students use community resources to gain basic knowledge and information for planning their investigation. They choose topics to investigate, plan and design their survey. The students work on a science project in groups and present their interesting topics and their findings to other students in class. The teacher facilitates them and assesses their learning outcomes in the inquiry process, cooperative learning and the use of Information Communication Technology (ICT). Students cooperated among themselves in process of learning.

The experts assessed the draft curriculum which then was revised and implemented with students in two classrooms.

2. Curriculum implementation

The findings from the curriculum implementation provide two types of data: 1) quantitative data for testing the research hypotheses and 2) qualitative data for supporting curriculum implementation.

2.1 Testing Research Hypotheses

After the curriculum had been implemented, data were collected to test the research hypotheses and the results are as follow :

2.1.1 Hypothesis I: After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher learning achievement than before using the curriculum. This hypothesis aims to test the students' learning outcomes in their achievement scores after they complete an extra science curriculum with emphasis on community resources. The pre- and post-tests scores are used to test this hypothesis by comparing the mean scores with a pair-wise t-test.

According to the t-test results, it is found that the pre- and post-test scores of all the students were significantly different at the .05 level. This indicates that the students gained higher post-test scores than pre-test scores and the result supports the first research hypothesis.

2.1.2 Hypothesis II: After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher science process skills than before using the curriculum. This hypothesis aims to test students' learning outcomes in science

process skills after they complete an extra science curriculum with emphasis on community resources. The pre- and post-tests scores are used to test this hypothesis by comparing the mean scores with a pair-wise t-test.

According to the t-test results, it is found that the pre- and post-test scores of all the students were significantly different at the .05 level. This indicates that students gained higher post-test scores than pre-test scores and the result supports the second research hypothesis.

2.1.3 Hypothesis III: After an extra science curriculum has been applied, the experimental students will get higher scientific attitudes than before using the curriculum. This hypothesis assumes that the students will gain the positive scientific attitudes after they participate in an extra science curriculum with emphasis on community resources than before they participate in the curriculum. The scientific attitudes are evaluated by a 5-scale Likert questionnaire before and after the implementation. The pre- and post-tests scores were used to test this hypothesis by comparing the mean scores with a pair-wise t-test.

According to the t-test results, it is found that the pre- and post-test scores of all the students were significantly different at the .05 level. This indicates that the students gained higher post-test scores than pre-test scores and the result supports the third research hypothesis.

2.2 Data supporting the implementation

The supporting data were collected through 1) behavioral observation on the field trip to the community resources 2) group working skills 3) the presentation after learning activity and 4) the science communication. The details are given as follows.

2.2.1 Behavioral observation on the field trip to community resources: according to the data, it was concluded that the students' percentage scores were at the good and very good level. They were also aware of the importance of the community resources "The Royal Chitralada Projects". They learned science by having experience in the field trip and the science they learned was related to their daily life. It is obvious that they gained scientific knowledge from the science field trip to the community resources.

According to the active learning approach, not only did the students improve their investigative abilities in science from the resources, but they also developed their social skills. They learned to work in team as a cooperative learning

method and exchanged experiences with other students and also with the experienced people in the community resources. They were able to ask experienced people for collecting data related to their investigations. They also had scientific attitudes of curiosity. In addition, they gained more confidence.

Science learning activities: After the science field trip to the community resources "The Royal Chitralada Projects" which is based on the student-centred approach, the students collected data on topics of their interest in groups. They planned and worked together, prepare for their presentation and made posters as science communication skills systematically.

2.2.2 Group working skills or cooperative learning: according to the data, it can be concluded that the average score increased every time the students were assessed. It can be claimed that this learning activity is a good practise of learning science because it is based on the student-centred approach as strategy of cooperative learning. In regard to this learning strategy, the students improved their ability of group working. That is, when the students were engaged in cooperative work, they could share their ideas and skills with their friends, so that a suitable learning style of cooperative learning led to quality of group working results.

2.2.3 Presentation after learning activities: according to the data, it can be concluded that the average score increased every time the students were assessed. The scores from three types of assessors are not distinctly different in each time. It can be noticed that presentations after learning activities help students practise communication skills by making a presentation of their findings.

2.2.4 Science Communication: according to the data, it can be shown that the percentage scores of science communication by the presentation of PowerPoint programme and by making posters are in a very good level.

In science education, Dachakupt (2001: 135 – 137) recommends that students should have science communication skills to help sustainable development in the society. Science communication is an important skill for students to learn how to think and present their idea and their findings systematically.

In conclusion, both data indicated that the students developed their abilities in science learning, measured in terms of science achievement, science process skills and scientific attitudes. Besides, their social abilities such as cooperative learning and science communication were increased.

3. Curriculum evaluation

The curriculum was evaluated by a group of experts through the assessment of the draft curriculum before implementation and through the results evaluated after the implementation. According to recommendations of the experts on the curriculum, an extra science curriculum with emphasis on community resources is a good example of the development. Student learning activities helped demonstrate active learning approach such as inquiry, cooperative learning and science communication. Students who participated in this curriculum learned the processes of investigation and scientific methods. They also did the science-learning activities which are related to the community resources. Obviously, they understood science concepts.

Discussions

The following are discussions on the study results :

Students' Learning Outcomes

1. Science achievement

In regard to students' learning outcomes in their achievement scores, the pre- and post-test scores show that the mean pre- and post-tests scores of the students are significantly different at the .05 level. The results support the first research hypothesis because the mean post-test scores are higher than the mean pre-test scores.

Science achievement is evaluated by pre- and post-tests. The tests focus on 1) knowledge, 2) comprehension, and 3) application of scientific knowledge and methods. The results support the first research hypothesis because students who did all learning activities in this curriculum gained higher post-test scores than pre-test scores.

In regard to the instructional approach, the students were allowed to focus on the active learning approaches: inquiry, cooperative learning and science communication. The students then presented their findings in class. As a result of these procedures, the students gained higher post- test scores than pre-test scores. The results are similar to the findings of Haury (1993: online), who found that students who participated in the inquiry approach gained higher cognitive learning outcomes. Hands-on activities were major factors to enhance their learning outcomes. Verilette (2000: 236) found that students who participated in the intervention programme which instructed through inquiry processes in 5 weeks gained significantly higher post-test scores than pre-test scores. Stohr-Hunt (1996: 101) claimed that students who did hands-on activities once or

twice a week gained more standard test scores than students who did hands-on activities every 2 – 3 weeks. University of Northern Iowa (1997: online) presented project called Physics Resources and Instructional Strategies for motivating students (PRISMS). The project blends such inquiry-based strategies as exploratory activities, concept development, and application activities into a learning cycle. The studies showed that the PRISMS students achieved at a higher level about physics than those taught by more traditional methods.

2. Science Process Skills

According to the comparison of the scores of science process skills, it can be found that the mean pre- and post-tests scores of the students are significantly different at the .05 level. The results support the research hypothesis because the mean post-test scores are higher than the mean pre-test scores.

Science process skills are evaluated by pre- and post-tests. The test focus on abilities in eight skills : 1) observation, 2) measurement, 3) classification, 4) communication, 5) controlling variables, 6) hypothesising, 7) experimenting 8) interpreting data. The results support the second research hypothesis because students who did all learning activities in this curriculum gained higher post-test scores than pre-test scores. The results are supported by the study conducted by Haury (1993: online) who found that the inquiry approach helped students more to improve the skills in writing graphs and interpreting data. Ledermam (2002) presented that scientific inquiry goes beyond the development of science process skills such as questioning, observation, measurement, data interpretation and data analysis and theses processes are then jointed with knowledge, reasoning and critical thinking to construct new scientific knowledge. There are some studies which investigated the learning of integrated science process skills. For example, Allen (1973: 123 – 151) found that third graders can identify variables if the context is simple enough. Bredderman (1983: 499 – 518) found that teaching science in elementary schools produces clear evidence that students in process-approach programs learn more than do students in traditional textbook-based programs. Both Quinn and George (1975: 215 – 221) and Wright (1981) found that students can be taught to formulate hypotheses and that this ability is retained over time. A project called Physics Resources and Instructional Strategies for motivating students (PRISMS) blends inquiry-based strategies as exploratory activities, concept development, and application activities into a learning cycle. The studies

showed that the PRISMS students used higher level reasoning science process skills than those taught by more traditional methods. (University of Northern Iowa. 1997: online)

3. Scientific Attitudes

In regard to students' scientific attitudes, the pre- and post-test scores showed that the students' mean pre- and post-tests scores are significantly different at the .05 level. The results support the research hypothesis because the mean post-test scores are higher than the mean pre-test scores.

Scientific attitudes are assessed by a questionnaire and scores before and after the implementation are then compared. The scientific attitudes questionnaire focuses on six aspects : 1) curiosity, 2) perseverance, 3) rationality, 4) thoroughness, 5) honesty and 6) acceptability. The results support the third research hypothesis because students who did all learning activities in this curriculum significantly gained higher scientific attitudes after an extra science curriculum had been applied.

The research on scientific attitudes of the students who did activities through the curriculum instructed by the active learning approaches, can be supported by the findings of Ebrahim, McCormick and Meade. Ebrahim (2004: Online) compared the effect of the student-centred approach to that of a traditional approach on the students' attitudes on learning science. It can be found that students who were taught by the student-centred approach developed better positive attitudes than those who were taught by the traditional approach. Meade (2002: Online) found that undergraduate students who learned chemistry by using the inquiry learning cycle gained positive attitudes. As a result of Meade's study, the students did group activities and they had opportunities to do many things they had never done before in their science courses. McCormick (2000: Online) stated that students who learned biology through the inquiry approach had better scientific attitudes. Manopichatewattana (2004: Abstract) claimed that her students were happy and they enjoyed learning science through active learning activities. They had positive attitudes towards science subjects. PRISMS project integrates inquiry-based strategies as exploratory activities, concept development, and application activities into a learning cycle. The results are shown that the PRISMS students had more positive scientific attitudes than those taught by more traditional methods. (University of Northern Iowa. 1997: online)

4. The behavioural Observation on the Field Trip to the Community Resources

According to the results of the behavioural observation on the field trip to the community resources "The Royal Chitralada Projects," it can be found that the students' percentage scores were at the good and very good levels. They were also aware of the importance of the community resources. They learned science by having experience on the field trip and the science they learned was related to their daily life.

The behaviour is assesseo by a behavioral observation form on the field trip to the community resources. The form was constructed using a 5 level rating scale in order to observe four aspects 1) curiosity, 2) responsibility, 3) participation and 4) data collection. The results were supported by the study conducted by Harvey (1951), an initial researcher on field trips, who designed a study to compare the science attitudes of ninth graders. The control group of students experienced formal classroom instruction, while the experimental group planned and organized their own field trip, with the instructor's guidance, incorporating scientific method. There was a positive change in the scientific attitude of the experimental group due to the field trip. Concurrently, the study demonstrated that the pre-trip instruction was of significant benefit to the experimental group's success. (Ruddmann. 1994 ; citing Harvey. 1951) Meyers and Nulty (2002: online) Their study is about the development of teaching and learning strategies which integrate the use of lectures, web-based resources, practical and field trips. Their students expressed conspicuous levels of satisfaction, enjoyment, interest and engagement from their learning experience together with significantly enhanced learning outcome. Also Knapp and Barrie (2001: 351 – 357) presented their analysis on two field trips. Their quantitative analysis was conducted on two field trips to a science centre and an ecological oriented programme. The results of their analysis showed significant gains in science related knowledge following both field trips. Knapp (2000: 65 – 71) found that a science field trip can produce events that the student will remember long after the programme is completed. Folkomer (1981), MacKenzie & White (1982) reported in their studies that the ability of students who participate in field trip to observe, memorize, and recall facts, was significantly higher than that of the control group who did not participated in field trip.

5. The assessment of Group Working (Cooperative Learning)

According to the results of group working, it can be found that the students improved their cooperative learning skills. The results confirm practicality of the implementation of an extra science curriculum with emphasis on community resources. The results were supported by the study of Richmond and Striley (1994) who found that the integration of science in school is an instructional strategy to enhance and develop students' thinking skills, decision making and social skill development. Furthermore, Manopichatewattana (2004: 152) presented that from her students were encouraged to practice cooperative learning approach, so they had a chance to develop this social skill. Similarly, Wahyudi and Treagust (2001: 7 – 30) found that cooperative learning helped students to develop their working skills and they had a chance to analyse, give their opinions and solve problems with their friends. Meade (2002) presented the results of the study on group working (cooperative learning) that this strategy helps undergraduate chemistry students improve their science learning. Johnson and Johnson (1997: 24 – 31) claimed that cooperative learning helped students understand each other and share their knowledge. Slavin (1994: 10 – 11) presented a research on cooperative learning that Contained more than 70 high-quality studies are about the evaluation of various cooperative learning methods over periods of at least four weeks in regular elementary and secondary schools; sixty-three of these measured effects on students achievement. These studies all compared the effects on cooperative learning to those of traditionally taught control group on measures of the same objectives pursued in all classes. Overall, of 63 studies of the achievement effects of cooperative learning, 57% found significantly greater achievement in cooperative than in control classes. 41% found no differences and 2% in only one study that did control group outperformed the experimental group.

6. The Presentation After Learning Activities

In regard to the assessment of students' presentation after learning activities, the results show the improvement of their presentation skills, including 1) the presentation of content, 2) use of illustrative materials and media, 3) organization of presentation and 4) scheduling/ time spending. Students were given a chance to practice presentation skills on their friends. The results were supported by the study of Anantavorasakul (2001: 183 – 201), who presented that the presentation after learning activities in "Storyline Approach" is needed.

When an extra science curriculum with emphasis on community resources has been applied, students will be encouraged to do presentation after learning activities by using ICT. Cox; et al (1999: online) presented in their findings that the using of ICT in teaching and learning processes would make the lessons more interesting, easier, more diverse, more motivating for the students and more enjoyable for teachers and their students. The contribution of ICT to enhancing students' own views of their learning potential has been reported. Cox (1997) presented in his findings that frequency of the use of ICT appeared to lead to an increase in positive scientific attitudes and enhanced commitment to a learning activity. At secondary level Cox reported that 75% of students believed that the use of ICT made their subjects more interesting. (Newton; & Rogers. 2001: 21 ; citing Cox. 1997)

7. Science Communication

According to the data, it is found that students developed skills of science communication on the presentation by using PowerPoint and making posters. The results show the positive changes of these skills in four aspects 1) topic selection, 2) content presentation, 3) use of visual aid or illustrative materials and 4) application of information communication technology (ICT). Even though the students worked on the different topics, they used similar processes of learning activities: collecting information from the community resources and from documents concerning students' interesting topics, designing and doing surveys, analysing data and making conclusions. Each group presented their studies and findings to class and they shared knowledge and experiences.

According to this learning strategy, it is suitable to teach students to work on science projects because the strategy provides them an opportunity to select a topic, plan, design, and conduct experiments and draw the conclusions of their study.

It can be noticed that the use of ICT does not cause problems to the learning process. The students could easily search for appropriate information. Moreover, the use of ICT could support them to do science communication. The result was similar to the findings of Teanrungroj. Teanrungroj (2005: 151) indicated that the use of ICT contributed to the creativity in science communication and ICT can be used in designing the posters. Patarakin and Visser (2003) and Neo and Neo (n.d.) also found the power of new technology in facilitating creativity and cooperative learning. Therefore, these learning activities support the implementation of an extra science

curriculum with emphasis on community resources. Davies. (2003:online) established that 75% of teaching characteristics identified as pertinent to teaching creatively depended upon effective communication skills. He found that characteristics of creative learning depended entirely upon communication skills.

Recommendations

The following recommendations arise from the development and implementation of an extra science curriculum with emphasis on community resources in order to further enhance the effectiveness of this instructional strategy in teaching science and to enhance students to achieve all expected learning outcomes.

1. General Recommendation

1.1 Application of the Curriculum

1.1.1 The activities in the curriculum are based on strategies, including active learning approach, inquiry, cooperative learning and science communication. The results show that the achievement and science process skills in the form of students' post-test scores are significantly different from the pre-test scores. The results indicate that students who did study in an extra science curriculum with emphasis on community resources had higher post-test scores than pre-test scores, significantly in both science achievement and science process skills. These learning strategies with emphasis on community resources help students learn science contents and lead them through a sequence of learning in which they become engaged in a topic, explore that topic, are given an explanation for their experiences, elaborate on their learning as specified in the National Educational Standard (Wilder; & Shuttleworth. 2004: 25) Therefore, this way should be used in other science classes, science subjects and it should also be applied with other community resources in order to promote students' science learning achievement and science process skills.

1.1.2 The results of this study show that students gained higher scientific attitudes than they did before the implementation. They enjoyed learning an extra science curriculum with regard to active learning approaches and the emphasis on community resources. They could conduct their own experiment and also worked cooperatively with their friends. The results are consistent with the study conducted by Billings (2001: Online). Therefore, integrating local wisdom from local resources with science instruction is a practical and useful way to enhance students' understanding in

science. This is also claimed by Madoazo; & Rhoton (1999: 27) and Keating (1997: 25) that students who learn through these strategies will enjoy learning science by asking people from the community and surveying community resources.

1.1.3 While students were participating in an extra science curriculum with emphasis on community resources, they conducted their own surveys, prepared and wrote the experiment reports as their science projects to present their interesting topic in the last week of the implementation by using PowerPoint and making posters. So, they could conduct their science projects as required in the eighth National Education Standard for each level of learning science. This means that through participation in this curriculum, students can conduct science projects and do science communication by sharing knowledge with their friends. From this reason, this curriculum should be promoted among science teachers in the area around the Royal Chitralada Projects as an example of a successful curriculum which is based on the students-centred learning, active learning approaches, inquiry, cooperative learning and science communication with emphasis on community resources "The Royal Chitralada Projects."

1.2 Application of the Instructional Strategies

1.2.1 The duration of the curriculum should be extended for covering all strategies in the curriculum which are active learning approach, inquiry, cooperative learning and science communication. The focus is on students' investigation. They should work cooperatively. They should plan, design, and conduct their own surveys to the community resources and experiments before they process or analyse data and draw conclusions. However, students in the secondary school level do not have enough experience in planning and designing experiments because they are still accustomed to the traditional teacher-centred instructional strategy. They do not have enough time to practice science communication by using ICT as a tool for searching science knowledge. Students of this level need more time and practical science process skills to prepare themselves in designing their own experiments, processing and analysing data before drawing conclusions. They also need more time to practice their science communication by using ICT and searching for their interesting topics. Extended learning time will help students practice enough science process skills before they can conduct their own experiments. This will also enhance their manipulative skills.

1.2.2 The participating teacher was prepared to instruct this curriculum by studying an extra science curriculum with emphasis on community resources

regarding planning the activities. The teacher also observed a class during the preliminary phase to become familiar with organising learning activities. So, teachers who would like to implement this curriculum in their class should carefully study from the Lesson Plan and Guide Book. They should visit community resources at least once and explore interesting knowledge in the resources.

1.2.3 Teachers who would like to implement this curriculum in their class should not only study an extra science curriculum with emphasis on community resources but also should gather more information regarding community resources. This will enable them to give better advice to students on planning their investigation as well as designing their experiments.

1.2.4 Teachers should prepare enough necessary laboratory studies and instructional materials for students such as reading extracts from journals and textbooks, VCD's, Internet and science communication samples presented by PowerPoint and samples of posters.

1.2.5 Teachers should encourage their students to work on special assignments in group in order to achieve intended learning outcomes.

1.2.6 Each group of students should study different topics in depth, based on their interest. In this study, they then share their findings and experiences with other groups. This is why teachers should spend more time advising each group to plan and design their surveys. Teachers should also act as counsellors and facilitators for students and encourage them to use community resources as a best place to acquire their knowledge. Moreover, teachers should spend more time reading, making comments, sharing ideas and helping their students prepare their presentations.

1.3 School Policy

According to the Thai Basic Education Curriculum (BEC), teaching methodology should focus on the student-centred instructional approach. Learning activities should be based on the local wisdom and resources. School principals should encourage and support teachers to develop the local school curriculum based on the student-centred learning, active learning approaches emphasising schools' own community resources.

2. Recommendations for further studies

Recommendations for further studies are as follows :

2.1 Other community resources in the Royal Chitralada Projects should be used as learning resources. The resources should be mobilised for the development of science curriculum and applied to science students in different levels. It is also important that strand and benchmark from the core curriculum should be taken into consideration.

2.2 The process of curriculum development with emphasis on community resources should be applied on students at Key stage 4 in the subjects of physics, chemistry and biology by integrating active learning activities, inquiry, cooperative learning and science communication.

2.3 The outcomes should be shared with science teachers in other schools which are located near the community resources "The Royal Chitralada Projects." They should be suggested to adopt the curriculum with emphasis on community resources and the science instruction theory, which works very well on this research.

2.4 Virtual community resources should be developed as a virtual field trip into the curriculum and learning activities for other schools which are located far away from The Royal Chitralada Projects. It is also suggested by Nix (1999: online). He stated that virtual field trip enable the principles of student-centred inquiry and constructivism to be practiced. For the purpose of this study, a virtual field trip is an inter-related collection of images, supporting text and/or other media, delivered electronically via the World Wide Web, in a format that can be professionally presented to relate the essence of a visit to a time or place.

2.5 Schools located near to community resources should develop a curriculum with emphasis on community resources in order to promote the development of those resources. That will in turn lead to development in the whole nation.

2.6 The qualitative data such as the interview with the experimental students should be added in the process of curriculum implementation.

BIBLIOGRAPHY

Bibliography

Abdal-Haqq, Ismat. (1998). *Constructivism in Teacher Education: Considerations for Those Who Would Link Practice to Theory.* Teaching and Teacher Education Washington DC.ED 426986 [Homepage of Eric Digests]. (Online). Available: http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed426986.html. Retrieved: November 27, 2003.

Allen, L. (1973). An Examination of the Ability of Third Grade Children From the Science Curriculum Improvement Study to Identify Experimental Variables and to Recognize Change. *Science Education.* 57: 123 – 151.

Alsop, S.; & Hicks, K. (2001). *Teaching Science a Handbook for Primary and Secondary School Teacher.* Kogan Page Limited London.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1990). *Project 2061(1990): Science for all Americans.* New York: Oxford University Press.

----------. (1993). *Benchmarks for Science Literacy: Project 2061.* New York: Oxford University Press.

Amos, S. (2002). Teachers' Questions in Science Classroom. In *Aspects of Teaching Secondary Science Perspective on Practice.* Edited by Sandra Amos and Richard Boohan. London and New York: The Open University.

Ausubel, D.P.; Novak, J. D.; & Henesian, H. (1978). *Educational Psychology : A cognitive View.* New York: Holt,Rinehart and Winston.

Billings, R.L. (2001). *Assessment of The Learning Cycle and Inquiry-based Learning in High School Physics Education.* Dissertation. Michigan: Michigan State University.

Bloom, B.; Englehart, M.; Furst, E.; Hill, W.; & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectiv.*

Bloom,B. (1956*). Bloom's Taxonomy.* Homepage of artsined. (Online). Available: http://www.artsined.com/teachingarts/Pedag/Bloom.html. Retrieved: November 3, 2003.

Boston, C. (2002). *The Concept of Formative Assessment. Assessment and Evaluation College Park M.D.* ED 470206 [Homepage of Eric Digests]. (Online). Available: http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed470206.html. Retrieved: November 27, 2003.

Boud, D.; Dunn, J.; & Hegarty-Hazel, E. (1986). *Teaching in Laboratory*. A. Wheaton & Co., Ltd, Exeter.

Bouillion, L.; & Gomez, L. (2001, August). Connecting School and Community with Science Learning: Real World Problems and School-Community Partnerships as Contexual Scaffolds. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(8): 878 – 898.

Bransford, John D.; Brown, Ann L.; & Cocking, Rodney R. (Eds.). (1999). *How People Learn: Brain, Miind, Experience and School.* Washington, DC: National Academy Press.

Bredderman, T. (1983, November- Febuary). Effects of Activity-based Elementary Science on Student Outcomes: A Quantitative Synthesis. *Review of Educational Research*. 53(4): 499 – 518.

Brown, A.L.; & Campione,J.C. (1994). Guided Discovery in a Community of Learners. In *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*. K. McGilly(Ed). pp. 229 – 270. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.

Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

----------. (1977). *The Process of Education*. London: Harvard University Press.

Cannella, G.S.; & Reiff, J.C. (1994). Individual Constructivist Teacher Education: Teachers as Empowered Learners. *Teacher Education Quarterly*. 21(3): 27 – 38 EJ 498429.

Carin, Arther A. (1993). *Teaching Science Through Discovery Seventh Edition*. Merrill, New York: An Imprint of Macmillan Publishing Company.

COWI Consulting Engineers and Planners, Denmark. (n.d.). *Cleaner Production Assessment in Dairy Processing*. [Homepage of UNEP Sustainable Agri-food. Production and Consumption : Forum] (Online). Available: http://www.agrifoodforum.net/publications/guide/dchp2.pdf. Retrieved: November 17, 2003.

Cox, M.J.; Cox, K & Preston, C. (1999). *What Factors Support or Prevent Teachers from using ICT in their Classroom?* Paper Presented at the British Educational Research Association Annual Conference, University of Sussex at Brighton, 1999, September 2 – 5. [Home page of Education-line]. (Online). Available: http://brs.leeds.ac.uk/cgi-bin/brs_engine? *ID=13*DB=BEID & *DD=Docum. Retrieved: April 29, 2005.

Cox, Petersen; & Anne, M. (2001, September – October). Using Technology to Prepare and Extend Field Trips. *The Clearing-House*. 75(1): 18 – 20.

DAO Item. (2002, August). Retrieved From ProQuest Digital Dissertations. MAI 40/04 p. 480: AAI1407596.

----------. (2004, October). *Digital Dissertations*. DAI-A 65/04. p.1232.

Davies, T. *(2003). Communication : The Essence of a Creative Approach to Teaching, Learning and Assessment.* Paper Presented at Annual Conference 2003 BERA Creativity Special Interest Group University of Reading, Institute of Education, 2003, September 12. [Home page of Education-line]. (Online). Available: http://brs.leeds.ac.uk/cgi-bin/brs_engine? *ID=13* DB=BEID&* DD=Docum. Retrieved: April 28, 2005,.

Davydov, V.; & Vygoysky, L.S. (1993). The Influence of on Educational Theory: Research and Practice. *Educational Researcher*. 24(3): 12 – 21.

Dettrick, Graham W. (n.d.). *Constructivist Teaching Strategies*. [Homepage of Towson University] (Online). Available: http://www.towson.edu/csme/mctp/Essays/strategies.txt. Retrieved: November 1, 2003.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.

----------. (1964). The Need for a Philosophy of Education. In *John Dewey on Education: Selected Writings*. R. D. Archambault (Ed.), Chicago: University of Chicago Press.

----------. (1966). *Democracy and Education*. New York: The Free Press.

Driver, R. (1989). The Construction of Scientific Knowledge in School Classrooms. In *Doing science: Images of science in science education*. R. Miller (ED.). New york: Falmer Press.

Ebrahim, A. (2004). *The Effect of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry strategy on Students' Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science (Kuwait)*. Dissertation. Ohio: Ohio University. Retrieved from ProQuest.

Fairbrother, B. (1993). Problems in the Assessment of Scientific Skills. In *Teaching Learning and Assessment in Science Education*. Edited by Dee Edwards, Eileen Scanlon and Dick West. London: The Open University.

Falk, John H. (2001). *Free-Choice Science Education. How we learn Science Outside of School.* New York: Published by Teachers College Press,1234 Amsterdam Avenue 10027.

Farmery, C. (2002). *Teaching Science 3 – 11.* London: Continuum.

Fink, L.D. (1999). *Active learning.* Reprinted with Permission of the University of Oklahoma Instructional Development [Homepage of Honolulu]. (Online).Available: http://honolulu.hawaii.edu/intranet/committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/active.htm. Retrieved: June 8, 2005.

Folkomer, T. (1981, Febuary). Comparison of Three Methods of Teaching Geology in Junior High School. *Journal of Geological Education.* 29(2): 74 – 75.

Friedler, Y.; Nachmias, R.; & Songer, N. (1989, January). Teaching Scientific Reasoning Skills: A Case Study of Microcomputer-based Curriculum. *School Science and Mathematics.* 89(1): 272 – 284.

Haller, C.R.; Gallagher, V.J.; Weldon, T.L.; & Felder, R.M. (2000, March). Dynamics of Peer Education in Cooperative Learning Workgroups. *J. Engr. Education.* 89(3): 285 – 293.

Hanly, S. (1994). *On Constructivism.* [Homepage of Towson University] (Online). Available: http://www.towson.edu/csme/mctp/Essays/Constructivism.txt. Retrieved: November 1, 2003.

Harlen, Wynne. (2000). *Teaching, Learning& Assessing Science 5 – 12.* London: Paul Chapman Publishing Ltd.

Haury, D.L. (2003, March). *Teaching Science through Inquiry.* (ERIC/CSMEE Digest). [Home page of Science, Mathematics, Environmental Education: ERIC Education Resources Information Centre (Clearinghouse for Science, Mathematics, Environmental Education)].(Online). Available: http://www.ericse.org/digests/dse93_4.html. Retrieved: October 17, 2003.

Henderson, D,; Fisher, DL.; & Fraser, BJ. (2000, September). Interpersonal Behaviour, Laboratory Learning Environments, and Student Outcomes in Senior Biology Classes. *Journal of Research in Science Teaching.* 37(1): 26 – 43.

Henson, K.T. (2001). *Curriculum Planning: Integrating Multiculturalism, Constructivism, and Educational research.* 2nd ed. Boston: Mc-Graw Hill.

Hibbard, K.M. (1998). *Performance Assessment in the Science Classroom.* New York: McGraw-Hill.

Hinrichsen, J.; & Jarrett, D. (1999, December). *Science Inquiry for the Classroom a Lliterature Review.* [Home page of The Northwest Regional Educational Laboratory].(Online).Available: http://www.nwrel.org/msec/images/science/pdf/litreview.pdf. Retrieved: October 17, 2003.

Hounshell, P.B., & Hill, S.R. (1989,September). The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching.* 26(6): 543 – 549.

Intalapaporn, Chamras. (2002). *A Development of Science Laboratory Directions on Inspection of Milk Products Quality for Secondary School Students.* Master Thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. (In Thai). Photocopied.

IPST. (2003). *Science Education Standard : Tthe Basic Education Curriculum AD. 2544.* Bangkok.

Jakubowski, L. M. (2003, October). Beyond Book Learning : Cultivating the Pedagogy of Experience Through Field Trips. *The journal of Experiential Education.* 26(1): 24 – 33.

Jinks, Jerry. (1997). *The Science Processes.* [Homepage of Illinois State University, College of Education]. (Online). Available: http://www.coe.ilstu.edu/scienceed/jinks/processes.htm. Retrieved: November 12, 2003.

Johnson, D.W.; & Johnson, F.P. (1997). *Joining Together: Group Theory and Group Skill.* 6th ed. Boston: SEAMEO.

Johnson, D.W.; & Johnson, R.T. (1992, September). Implementing Cooperative Learning. *Contemporary* Education. 63(3): 173 - 180. EJ 455132.

Johnson, D.W.; Johnson R.T.; & Smith, K.A. (1991). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom.* Interaction Book Company 7208 Cornelia Drive Edina, MN 55435.

Kaewdang, R. (n.d.). *Learning for the New Century.* Office of the National Education Commission.

Keating, J. F. (1997, February). Harvesting Cultural Knowledge Using Ethnobotany to Reap the Benefits of Ethic Diversity in the Classroom. *The Science Teacher.* 64(2): 22 – 25.

Kellough, R.D.; & Kellough, N.G. (2003). *Secondary School Teaching.* 2nd ed. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersy: Merrill Prentice Hall.

Knapp, D.; & Barrie, E. (2001, December). Content Evaluation of Environmental Science Field Trip. *Journal of Science Education and Technology.* 10(4): 351 – 357.

Knapp, D. (2000, Febuary). Memorable Experiences of a Science Field Trip. *School Science and Mathematics*. 100(2): 65 – 71.

Krajcik, J.S. (2003, April). The Value and Challenges of Using Learning Technologies to Support Students in Learning Science. *Research in Science Education*. 32(4): 411 – 414.

Kreppel, W.J.; & Duvall, C.R. (1981). *Field trips : A guide for planning and conducting Educational Experiences*. Washington, D.C: National Education Association.

Lederman, N.G. (2002). Scientific Inauiry and Nature of Science as a Meaningful Context for Learning in Science. In *Science Liteeracy for the Twenty-First Centrury*. Edited by Marshall, S.P.; Scheppler, J.A.; & Palmisano, M.J. Amherst, N.Y.: Prometheus Books.

Lee, V.E.; & Burkam, D.T. (1996, April). Gender Differences in Middle Grade Science Achievement : Subject Domain, Ability Level, and Course Emphasis. *Science Education*. 80(6): 613 – 650.

Linn, M.C.; & Burbules, N.C. (1993). Construction of Knowledge and Group Learning. In *The Practise of Constructivism in Science Education*. Edited by Kenneth Tobin. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. New Jersy. Printed in United State of America.

MacKenzie, A.; & White, R. (1986). Fieldwork in Geography and Long-term Memory Structure. *American Educational Research Journal*. 19(2): 623 – 632.

Madoazo, G.M.; & Rhoton, J. (1999, January). Classroom Meets Real World. *Science Scope*. 22(4): 26 – 27.

Manopichetwattana, S. (2004). *The Development of Integrated Science Instruction Emphasizing Active Learning on the Human Body*. Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. (in Thai). Photocopied.

McCormick, B. D. (2000). *Attitude, Achievement, and Classroom Environment in a Learner-Centered Introductory Biology Course*. Dissertation. Texas: The University of Texas at Austin. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. DAI – A 61/11 p. 4328. (2001, May). DAO Item: AAT 9992868.

Meade, K.M. (2002). *The Effects of Inquiry Instruction on Student Learning in Technology-Based Understanding Chemistry Laboratory.* Dissertation. Iowa: The University of Iowa. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. DAI – A 63/07 p. 2497. (2001, May). DAO Item: AAT 3058426.

Meyers, N.M.; & Nulty, D.D. (2002). *Assessment and Student Eengagement: Some Principles.* Paper Presented at the Learning Communities and Assessment Cultures Conference Organised by the EARLI Special Interest Group on Assessment and Evaluation, University of Northumbria, 2002, August 28 – 30. [Home page of Education-line]. (Online). Available: http://brs.leeds.ac.uk/cgi-bin/brs_engine?*ID=13&*DB=BEID. Retrieved: April 29, 2005.

Michie, M. (1998, November). Factors Influencing Secondary Science Teachers to Organize and Conduct Field Trips. *Australian Science Teacher's Journa.* 44(4): 43 – 50.

Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing Republic of Kenya. (n.d.). *Milk Testing and Quality Control.* Milk Processing Guide Series Volume 2 Published by FAO/TCP/KEN/6611 Project Training Programme for Small Scale Dairy Sector and Dairy Training Institute - Naivasha.

Mitchell, S.; & Wesolik, Faith J. (2002, 14 – 16 August). *Virtual Field Trips for Early and Middle Childhood Educators.* The 18th Annual Conference on Distance Teaching and Learning Madison Wisconsin.

Morse, Ronald H. (1991). *Computer Uses in Secondary Science Education Information Resources Syracuse.* N.Y. [Homepage of Eric Digests]. (Online). Available: http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed331489.html. Retrieved: November 25, 2003.

National Research Council. (1996). *National science education standards.* Washinton, DC: National Academy press.

Neo, Ken T.K.; & Neo, M. (n.d.). *Problem-solving on the Internet using web-based Authoring Tools : A Malaysian Experience.* [Homepage of E-journal of Instructional Science and Technology]. (Online). Available: http://www.usq.edu.au/electpub/e-jist/docs/Vol5%20No2/Neo%20-%20Final.pdf. Retrieved: June 8, 2003.

Newton, L.R.; & Rogers, L.T. (2001). *Teaching Science with ICT*. London and New York: CONTINUUM.

Ngeow, K. (1998). *Enhancing Student ThinkingTthrough Collaborative Learning,* ERIC Digest, ERIC Clearinghouse on Reading English and Communication Bloomington IN, ED422586

Nix, R.K. (1999). *A critical Evaluation of Science-related Virtual Field Trips.* [Homepage of Dallas]. (Online). Available: http://www.dallas.net/~rnix/vft_text.html. Retrieved: June 8, 2003.

Nott, M. (1992). The Nature of Science Why Teach Brownian Motion. In *Open Chemistry*. Edited by Atlay.; et al. Milton Keynes: Open University Press.

Novak, J.D. (1977). *A Theory of Education*. New York: Cornell University.

Novakova, H. (2003). *Impact of New Media for the Increase of the Level of Technology Education*. [Homepage of International Technology Education Association]. (Online). Available: http://www.iteawww.org/PATT11/Novakovadef.pdf.

Office of the National Education Commission. (1999). *National Act B.E. 2542 (1999).* Bangkok: Seven Printing Group.

Oliva, P.F. (1988). *Developing the Curriculum*. 2nd ed. New York: Harpers Colloins.

----------. (1997). *Developing the Curriculum*. 4th ed. New York: Harpers Colloins.

Orion, N.; & Hofstein, A. (1991, October). The Measurement of Students, Attitudes Toward Scientific Field Trips. *Science Education*. 75(5) : 513 – 523.

Osborne, M.; & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science : Implications of Children's Knowledge*. Auckland, New Zealand: Heinemann.

Parker, V.; & Gerber, B. (2000, May). Effect of Science Intervention Program on Middle-Grade Student Achievement and Attitudes. *School Science and Mathematics*. 100(5): 236 – 242.

Partridge, N. (2003, June). Science out of Classroom. *Journal of Biological Education.* 37(2): 56 – 57.

Patarakin, Evgeny.; & Visser, Yusra Laila. (2003). *Creativity and Creative Learning in the Context of Electronic Communication Networks : A Framework of Analysis of Practice and Research*. In LDI Working Paper# January 4, 2003.

Pearson Education Development Group. (n.d.). *Authentic Assessment Overview.* [Homepage of Teacher Vision] (Online). Available: http://www.teachervision.fen.com/lesson-plans/lesson-4911.html?for_printing=1. Retrieved: November 9, 2003.

Posner, G.J. (1995). *Analyzing the Ccurriculum.* 2nd ed. New York: Mcgraw-Hill.

Posner, G.J.; & Rudnitsky, A.N. (1997). *Course Design a Guide to Curriculum Development for Teachers.* New York: Longman.

Project 2061. (1997). The Science Curriculum : Evaluating What and How We Teach. *2061 Today.* 7(I): 1 – 2.

Quinn, M.; & George, K.D. (1975). Teaching hypothesis formation. *Science Education.* 59(1): 289 – 296.

Rakow, S.J. (1986). *Teaching Science as Inquiry.* Bloomington, Indiana: The Phi Delta Kappa Educational Foundation.

Ramey-Gassert, L.; Walberg III, H.J.; & Walberg, H.J. (1994, September). Reexamining Connections : Museum as Science Learning Environments. *Science Education.* 78(1): 345 – 363.

Regional Office for Asia and Pacific (RAP) Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1995). *The Royal Chitralada Projects.* On the Occasion of the Golden Jubilee of His Majesty the King's Accession to the Throne and the 50th Anniversary of FAO. RAP PUBLICATION: 1995/21.

Reitmeier, C.A. (2002, September). Active Learning in the Food Experimental Study of Food. *Journal of Food Science Education.* 22(1): 41 – 44.

Richardson, V. (1997). Constructivist Teaching and Teacher Education : Theory and Practice. In *Constructivist Teacher Education: Building New Understandings.* Richardson, V. (Ed.), (pp. 3 – 14). Washington, D.C.: Falmer Press.

Richmond, G.; & Striley, J. (1994, October). Are Integrated Approach. Implementing a Case Study and Team Teaching Curriculum. *The Science Teacher.* 25(3): 42 – 45.

Robertson, E.B.; Ladewig, B.H.; Strickland, M.P.; & Boschung, M.D. (1987, May). Enhancement of Self-esteem Through the Use of Computer-assisted Instruction. *Journal of Educational Research.* 80(5): 314 – 316.

Rosebery, A. (1996, November). *Inquiry Descriptions : Inquiry Forum 8 – 9 November 1996.* [Homepage of Exploratorium Institute for Inquiry]. (On line). Available: http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/inquirydesc.html. Retrieved: October 17, 2003.

Roseeetti, Manuel D.; & Nembhard, Harriet B. (1998). *Using Cooperative Learning to Activate your Simulation Classroom.* [Homepage of Portal: The Guide to Computing Literature]. (Online). Available: http://delivery.acm.org/10.1145/300000/293210/p67_rossetti.pdf?key1=293210&key2=7400558601&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=13886343&CFTOKEN=21987950. Retrieved: November 11, 2003.

Rudmann, Cathryn L. (1994, March). A Review of the Use and Implementation of Science Field Trips. *School Science and Mathematics.* 94(3): 138 – 141.

Ruegg, Pamela. L. (2001). *Milk Secretion and Quality Standards.* [Homepage of University of Wisconsin-Extension]. (Online). Available: http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/milksecretionandqualitystandards.pdf. Retrieved: November 14, 2003.

Scaife, J.; & Wellington, J. (1993). *Information Technology in Science and Technology Education.* Printed in Great Britain by St. Edmundsbury Press, Bury St. Edmunds, Suffolk Buckingham, Open University Press.

Scarce, R. (1997, July). Field Trips as Short-Term Experiential Education. *Teaching Sociology.* 25(3): 219 – 226.

SCIENCE A Curriculum Guide for the Middle Level. (1993). *Teaching Science at the Middle Level (Grades 6 – 9).* [Homepage of Saskatchewan Learning]. (Online). Available: http://www.sasked.gov.sk.ca/docs/midlsci/midlsci.html. Retrieved: November 17, 2003.

SEDL Southwest Educational Development Laboratory. (1996). *Environment for Learning Science.* [Homepage of Southwest Educational Development Laboratory]. (Online). Available: http://www.sedl.org/scimath/compass/v03n01/enviro.html. Retrieved: November 20, 2003.

SEDL Southwest Educational Development Laboratory. (1996). *Using Community Resources*. [Homepage of Southwest Educational Development Laboratory]. (Online). Available: http://www.sedl.org/scimath/compass/v03n01/usingcom.html. Retrieved: November 20, 2003.

Shute, V.; & Bonar, J. (1986). *Intelligent Tutoring Systems for Scientific Inquiry Skills.* Pittsburgh, PA: Pittspurgh University, Learning Research and Development Center. 19 pp. ED 299134.

Simpson, R.D.; & Oliver, J.S. (1990, January). A Summary of Major Influences on Attitude Toward and Achievement in Science Among Adolescent Students. *Science Education*. 74(1): 1 – 18.

Slavin, Robert E. (1994). *A Practical Guide to Cooperative Learning*. Massachusetts: Allyn and Bacon A Division of Paramount Publishing, United states of America.

----------. (1996, April). Cooperative Learning in Middle and Secondary School *Clearinghouse*. 69(4): 200 – 204.

Southgate, D.A.T. (2000). Milk and Milk Product, Fats and Oils. In *Human Nutrition and Dietetics 10th edition.* Edited by Garrow, J.S.; James, W.P.T.; & Ralph, A. London: Churchill Livingstone.

Southwest Educational Development Laboratory. (1996). *Using Community Resources.* Classroom Compass Volume 3 Number 1. [Homepage of SEDL Southwest Educational Development Laboratory]. (Online). Available: http://www.sedl.org/scimath/compass/v03n01/usingcom.html. Retrieved: November 17, 2003.

Starnes, Bobby A. (1999). *The Foxfire Approach to Teaching and Learning : John Dewey, Experiential Learning, and the core Practices.* Charleston: Rural Education and Small Schools.

Stohr-Hunt, P M. (1996, January). An Analysis of Frequency of Hands-on Experience and Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching.* 33(1): 100 – 109.

Taba, H. (1962). *Curriculum Development : Theory and Practice*. New York: Brace and World.

Teanrungroj, S. (2005). *The Development of an Innovative Integrated Approach to ICT-Mediated Learning in Science*. Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. Photocopied.

The Dairy Council London. (n.d.). *The Facts : Nutrition.* [Homepage of The Dairy Council] (Online). Available: http://www.milk.co.uk. Retrieved: November 17, 2003.

Trend in International Mathamatics and Science Study. (1999). [Homepage of Nces]. (Online). Available: http://nces.ed.gov/timss/results.asp#mathscience1999. Retrieved: November 3, 2003.

Turner, T.; & Dimarco, W. (1998). *Learning to Teach Science in the Secondary School.* London: Routledge.

Tuthill, G.; & Klemm, E.B. (2002, April). Virtual Fieldtrips : Alternatives to Actual Field Trips. *International Journal of Instructional Media.* 29(4): 453 – 468.

Tyler, R.W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction.* Chicago: University of Chicago Press.

University of Northern Iowa. (1997). *PRISMS Project Overview.* [Home page of PRISMS]. (Online). Available: http://www.prisms.uni.edu/Overview/. Retrieved: October 17, 2003.

Unnamed (1). (n.d.). *Performance Assessment for Science Teachers.* [Homepage of Utah State Office of Education]. (Online). Available: http://www.usoe.k12.ut.us/curr/science/Perform/PAST3.htm. Retrieved: November 9, 2003.

Vadeboncoeur, J. (1997). Child Development and the Purpose of Education : A Historical Context for Constructivism in Teacher Education. In *Constructivist Teacher Education : Building New Understandings.* pp. 15 – 37. V. Richardson (Ed.). Washington, DC: Falmer Press.

Verilte, P. (2000, May). Effects of a Science Intervention Program on Middle-Grade Student Achievement and Attitudes. *School Science and Mathematics.* 100(5): 236 – 242.

Wadsworth, Barry J. (1975). *PIAGET'S Theory of Cognitive Development.* New York: DAVID McKay Company, Inc.

Wahyudi.; & Treagust, D.F. (2001, Febuary). Group Writing Task in Chemistry to Enhance Students' Scientific Explanations and Their Attitudes Toward Science. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia.* 24(2): 7 – 20.

Walstra, P.; Geurts, T.J.; Noomen, A.; Jellema, A.; & Van, Boekel M.A.J.S. (1999). *Dairy Technology : Principles of Milk Properties and Processes.* New York: Marcel Dekker, Inc.

White, B. Y.; & Frederiksen, J. (1998, March). Inquiry, Modelling and Metacognition : Making Science Accessible to all Students. *Cognition and Instruction.* 16(1): 3.

Wilder, M.; & Shuttleworth, P. (2004, Spring). Cell Inquiry : a 5E Learning Cycle Lesson. ¡Online]. *Science Activities.* 41(1): 25 – 31.

Wood, D. (1998). *How Children Think and Lear.* Oxford: Blackwell.

Woolnough, Brain E. (1994). *Effective science teaching.* Printed in Great Britain by St. Edmundsbury Press, Bury St. Edmunds , Suffolk.

Wright, E. (1981). The long-term Effects of Intensive Instruction on the Open Exploration Bhavior of Nnth Gade Sudents. *Journal of Research in Science Teachin.* 18.

Yeok-Hwa, Ngeow K. (1998). *Enhancing Students ThinkingTthrough Collaborative Learning.* [Homepage of Eric Digests]. (Online). Available: http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed422586.html. Retrieved: November 25, 2003.

Amornvivat, S. (2001). *กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนและธรรมชาติ.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

Anatavorasakul, A. (2001). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการด้วยรูปแบบกิจกรรม Storyline. ใน *แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูมัธยมเพื่อการปฏิรูปการศึกษา.* หน้า 183 – 202. พิมพันธ์ เดชะคุปต์, สุวัฒนา อุทัยรัตน์, กมลพร บัณฑิตยานนท์; บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Anekavieng, T. (1986). *ปฏิบัติการนม.* กรุงเทพฯ: บูรพสาส์น.

Chaisrisongklam V. (n.d.). การตรวจคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม. ใน *เอกสารประกอบการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dachakupt, P. (2001). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สู่การวิจัยในชั้นเรียน. ใน *แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูมัธยมเพื่อการปฏิรูปการศึกษา.* หน้า 135 - 158. พิมพันธ์ เดชะคุปต์, สุวัฒนา อุทัยรัตน์, กมลพร บัณฑิตยานนท์; บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2003). การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่สอดคล้องตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธสักราช 2544. ใน *แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู.* หน้า 188 – 212. สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ พิมพันธ์ เดชะคุปต์, กมลพร บัณฑิตยานนท์. บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

IPST. (2004). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน การเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4.* กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

Kanjanawasi, S. (2002). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. ใน *นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา เล่ม 2.* หน้า 283 – 301. พิมพันธ์ เดชะคุปต์, ลัดดา ภู่เกียรติ, สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม, บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

National Science and Technology Development Agency. (2000). *เหตใดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยจึงตกอันดับ.* กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

Rodrangkar, V. (2001). *การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา.* กรุงเทพฯ: สถาบันคุณภาพวิชาการ (พว.).

Savathanaphaibul, S. (n.d.). ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *เอกสารคำสอนวิชา กว. 571.* ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

The Office of the National Education Commission. (1998). *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย.* กรุงเทพฯ: บริษัทดีไซร์ จำกัด.

Tungcharearnchai, V. (1995). *ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม.* ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.

Tungcharearnchai, V.; & Kavila, V. (1988). *นมและผลิตภัณฑ์นม.* กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์.

Utaranan, S. (1989). *พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Vongratana, C. (2001). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.

APPENDIX

Appendix1

List of experts for research instrument

Experts for research instruments

1. Mrs. Surewan Panthanara	The Royal Chitralada Projects
2. Dr. Sununta Manusmongkol	Srinakharinwirot University; Prasarnmit Demonstration School (Secondary)
3. Dr. Parin Chaivisuthangkura	Srinakharinwirot University
4. Dr. Chanin Umponstira	Naresuan University
5. Associate Professor Dr. Rojana Keawjam	Mahidol University
6. Assistant Professor Payao Yindeesuk	Chulalongkorn University
7. Miss Kobnual Chittinand	Chitralada School
8. Mrs. Kunwadi Buachot	Ministry of Education
9. Miss Bungorn Nuanjan	Piyachat Pattana School
10. Dr. Potjanee Thimsak	Fund for the development of children and youth in remote area of H.R.H. Princess Mahachakri Sirindhorn

Appendix 2

Research instruments

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2

แบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาสอบ 30 นาที
คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ

---

1. "การใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าของทรัพยากร" โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา มีสิ่งใดที่แสดงให้เห็นถึงคำกล่าวนั้น
   - ก. การผลิตนมที่มีคุณภาพดีออกจำหน่ายแก่ผู้บริโภค
   - ข. การใช้มูลโคเพื่อทำแก๊สชีวภาพ
   - ค. การสาธิตการเลี้ยงโคนมอย่างถูกต้องโดยมีจำนวนทั้งฝูงไม่เกิน 40 ตัว
   - ง. การผลิตทั้งนมสดพาสเจอร์ไรส์ และนมยูเอชที
2. โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาดำเนินงานกิจกรรมด้านการเกษตรต่างๆหลากหลายมาเป็นเวลานานกว่า 40 ปี ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
   - ก. เป็นโครงการทดลอง ซึ่งเป็นโครงการนำร่อง
   - ข. เป็นโครงการที่มีขึ้นเพื่อเกษตรกรที่ไม่มีงานเพราะภัยธรรมชาติ
   - ค. เป็นโครงการตัวอย่างแก่เกษตรกรให้ประกอบเกษตรกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุด
   - ง. เป็นโครงการซึ่งไม่หวังผลตอบแทน
3. โครงการต่อไปนี้ข้อใดเป็นโครงการกึ่งธุรกิจในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
   - ก. ศูนย์รวมนม
   - ข. อนุรักษ์พันธุกรรมพืช
   - ค. ป่าไม้สาธิต
   - ง. นาข้าวทดลอง
4. เมื่อน้ำนมล้นตลาดทางแก้ไขที่จะช่วยให้เกษตรกรไม่ลำบาก โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาใช้วิธีใด
   - ก. นำนมทำนมผง
   - ข. นำนมเร่งจำหน่ายแก่ที่ต่างๆให้รับซื้อ
   - ค. รับซื้อนมจากเกษตรกรเพื่อเก็บในคลัง
   - ง. แนะนำวิธีเก็บน้ำนมแก่เกษตรกรให้ได้นานที่สุด

5. โครงการแบบกึ่งธุรกิจ หมายถึง

ก. โครงการที่ในบางโอกาสเมื่อมีกำไรจึงแบ่งผลกำไรแก่ผู้ประกอบการ

ข. โครงการที่จัดทำขึ้นมีทั้งรายได้และรายจ่ายแต่ไม่มีการแจกโบนัส ไม่มีการแบ่งผลกำไรแต่นำผลกำไรมาขยายงาน

ค. โครงการที่จัดทำขึ้นมีทั้งรายได้และรายจ่ายมีการแจกโบนัสและการแบ่งผลกำไรทุกปี

ง. โครงการที่จัดทำขึ้นมีทั้งรายได้และรายจ่ายมีการแจกโบนัสและการแบ่งผลกำไรทุกปีพร้อมกับเป็นโครงการนำร่องเพื่อเกษตรกรด้วย

6. องค์ประกอบสำคัญที่พบในน้ำนม คือข้อใด

ก. โปรตีนเคซีน

ข. น้ำตาลมอลโตส

ค. โปรตีนคอลลาเจนล

ง. น้ำตาลซูโครส

7. เพราะเหตุใดสีของน้ำนมวัวจึงมีสีเหลืองอ่อน

ก. แม่โครุ่นรุ่น จะให้น้ำนมสีนี้

ข. แม่โคได้รับหญ้าแห้งมากๆ

ค. แม่โคทีจะปลดระวาง จะให้น้ำนมสีนี้

ง. แม่โคได้รับหญ้าสดมากๆ มีสารแคโรทีนเป็นองค์ประกอบอยู่

8. เมื่อใส่กรด HCl ลงในน้ำนมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. นมจะเปลี่ยนสีเพราะโครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนไป

ข. นมจะตกตะกอนเป็นก้อนเพราะโครงสร้างโปรตีนในน้ำนมเปลี่ยน

ค. นมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพแต่ความเป็นกรดเป็นเบสเปลี่ยน

ง. นมจะตกตะกอนเป็นก้อนเพราะไขมันจับตัวกันโดยกรด

9. ทุกข้อเป็นการเปลี่ยนโครงสร้างของโปรตีนยกเว้นข้อใด

ก. เมื่อหยดกรด หรือเบสลงในน้ำนม

ข. ไข่ขาวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นของแข็งสีขาว

ค. เมื่อเติมน้ำกลั่นในน้ำนมแล้วทิ้งไว้ระยะหนึ่ง

ง. ไข่เมื่อต้มแล้วจะแข็งกว่าไข่ลวก

10. เมื่อมีผู้ได้รับพิษของโลหะเงินหรือปรอท เราปฐมพยาบาลโดยให้กินไข่ขาวดิบเพราะเหตุใด

ก. กลิ่นของไข่ขาวดิบทำให้คลื่นไส้และอาเจียนเอาพิษออกมา

ข. ไข่ขาวดิบเป็นโปรตีนที่จะช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษ

ค. ไข่ขาวดิบเกิดปฏิกิริยากับไอออนของโลหะเกิดเป็นตะกอน แล้วทำให้ผู้ป่วยอาเจียนออกมา

ง. ไข่ขาวดิบเป็นโปรตีนเหมือนน้ำนมมีคุณสมบัติช่วยเคลือบกระเพาะได้ก่อนนำส่งโรงพยาบาล

11. โคต่อไปนี้ในข้อใดไม่ควรคัดออกจากฝูง เนื่องจากผลตอบแทนไม่คุ้มค่า

ก. โคที่ผสมพันธุ์ไม่ติด หรือผสมยาก

ข. โคที่เป็นโรคติดต่อ

ค. โคที่ให้นมน้อย

ง. โคที่ไม่ร่าเริง

12. โคนมที่ได้รับความนิยมเลี้ยงกันมากที่สุด เพราะให้น้ำนมมาก คือพันธุ์อะไร

ก. เรดซินดี้

ข. ซาฮิวาล

ค. โฮลสไตน์ฟรีเซียน

ง. อเมริกันบราห์มัน

13. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่ให้ผลผลิตดีที่สุด และประหยัดที่สุดได้แก่วิธีการข้อใด

ก. ผสมเทียม

ข. ใช้อาหารคุณภาพ

ค. ซื้อโคพ่อพันธุ์คุณภาพจากต่างประเทศ

ง. ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อทำความสะอาดที่อยู่อาศัยของโค

14. เมื่อรีดนมเสร็จแล้ว จะต้องทำอย่างไรกับน้ำนมที่รวบรวมไว้ก่อนส่ง

ก. เพิ่มอุณหภูมิเพื่อฆ่าเชื้อโรคโดยเพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ที่ประมาณ 120 ^{0}C

ข. เพิ่มอุณหภูมิเพื่อฆ่าเชื้อโรคโดยน้ำนมที่เก็บไว้ควรมีอุณหภูมิมากกว่า 500 ^{0}C

ค. ลดอุณหภูมิจนน้ำนมที่ได้เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเพื่อความสะดวกในการขนส่ง

ง. ลดอุณหภูมิให้เย็นลงทันทีภายใน 2 ชั่วโมง น้ำนมที่เก็บไว้ควรมีอุณหภูมิประมาณ 10 ^{0}C

15. ผลพลอยได้ที่มีประโยชน์จากการเลี้ยงโคนม คือ

ก. มีผู้บริโภคในระบบนิเวศโรงโคนม

ข. หญ้าที่ขึ้นรกจะถูกกินแล้วจะไม่รก

ค. ถังหมักมูลเพื่อทำแก๊สชีวภาพจากมูลของโคนม

ง. มีโคนมเป็นสัตว์เลี้ยงเป็นจำนวนตามที่ต้องการ

16. น้ำนมที่ผ่านการทำปราศจากเชื้อแบบยูเอชทีต่างกับน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์อย่างไร

ก. น้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบยูเอชทีมีรสอร่อยกว่า

ข. น้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบยูเอชทีต้องแช่ตู้เย็นเสมอ

ค. น้ำนมที่ผ่านการทำไร้เชื้อแบบยูเอชทีใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อนานกว่า

ง. น้ำนมที่ผ่านการทำไร้เชื้อแบบยูเอชทีจะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าและไม่ต้องแช่ตู้เย็น

17. นมที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยวิธีการใดเก็บได้นานที่สุด

ก. พาสเจอร์ไรส์

ข. UHT

ค. โฮโมจีไนส์

ง. ทุกกระบวนการที่กล่าวมาเก็บได้นานพอ ๆ กัน

18. ข้อใดไม่ใช่การฆ่าเชื้อในนม

ก. UHT (ultrahigh temperature)

ข. Pastuerization

ค. Sterilization

ง. Homogenization

19. นมสด UHT ต่างจากการพาสเจอร์ไรส์อย่างไร

ก. พาสเจอร์ไรส์เก็บได้นานกว่า

ข. UHT เก็บได้นานกว่า

ค. พาสเจอร์ไรส์ผลิตโดยใช้อุณหภูมิ 140^{0} C

ง. ผิดทุกข้อ

20. ข้อใดไม่ใช่นมสดพาสเจอร์ไรส์

ก. เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำเช่นในตู้เย็นได้ 3 – 4 วัน

ข. เป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้นมบูดเสีย

ค. ให้คุณค่าทางอาหารครบถ้วน

ง. สามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นาน

21. ข้อใดคือจุดประสงค์ของการตรวจคุณภาพน้ำนม

ก. ใช้ในการตัดสินราคาน้ำนม

ข. การแบ่งระดับคุณภาพน้ำนม

ค. แยกน้ำนม ที่มีคุณภาพต่ำไม่ให้ปะปนกับน้ำนมที่มีคุณภาพดี

ง. ถูกทุกข้อ

ศึกษาตารางแสดงการทดสอบแบคทีเรียในน้ำนม 4 ชนิดโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลู แล้วตอบคำถามข้อ 22 – 24

นม	เวลาที่เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นไม่มีสี (ชั่วโมง)
A	1.5
B	1.0
C	0.5
D	3.5

22. ถ้านักเรียนต้องเลือกนมเพื่อบรรจุถุงจำหน่ายนักเรียนจะเลือกนมชนิดใด
    ก. นม A
    ข. นม B
    ค. นม C
    ง. นม D
23. นมที่มีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่มากที่สุดคือนมชนิดใด
    ก. นม A
    ข. นม B
    ค. นม C
    ง. นม D
24. ข้อใดเรียงลำดับตามคุณภาพของนมจากนมที่มีคุณภาพต่ำไปนมที่มีคุณภาพสูงได้ถูก
    ก. C B A D
    ข. D A B C
    ค. C A B D
    ง. D B A C
25. วิธีการตรวจสอบคุณภาพของนมในศูนย์รับนมหรือโรงงานแปรรูปนมข้อใดผิด
    1. นำตัวอย่างน้ำนมดิบใส่หลอดแก้วแล้วดูสี
    2. ชิมรส
    3. ดมกลิ่น
    4. ทดสอบด้วยแอมโมเนีย
    ก. 1, 2
    ข. 2
    ค. 4
    ง. 3, 4

26. นมเปรี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์นมที่เกิดจากการเติม**จุลินทรีย์**ลงไป เพื่อให้นมนั้นมีลักษณะอย่างไร

ก. เค็มขึ้นเพราะศพจุลินทรีย์

ข. หวานขึ้นมากกว่าเดิม

ค. เปรี้ยวและสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น

ง. อร่อย แต่เสื่อมสภาพเร็ว

27. การแยกครีมออกจากน้ำนมนั้น หมายถึงข้อใด

ก. โปรตีนลดลง ไขมันลดลง

ข. โปรตีนคงที่ ไขมันไม่เหลือเลย

ค. โปรตีนลดลง ไขมันไม่เหลือเลย

ง. โปรตีนคงที่ ไขมันเหลือน้อยมาก

28. การนำนมมาตีปั่นได้เนยสด เนยสดเป็นการนำอะไรมาใช้ประโยชน์

ก. ครีม

ข. โปรตีนข้น

ค. นมพาสเจอร์ไรส์

ง. นมดิบ

29. การนำเอาเนยแข็งที่มีคุณภาพต่ำเรื่อง สี กลิ่น รส มาแปรรูปใหม่ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นเรียกเนยแข็งนั้นว่า อะไร

ก. เนยแข็งชนิดเกาดา (Gouda Cheese)

ข. เนยแข็งชนิดเช็ดด้า (Chedda Cheese)

ค. เนยแข็งชนิดปรุงแต่ง (Processed Cheese)

ง. ไม่มีข้อถูก

30. หลักการสำคัญในการทำนมผง คือ

ก. การระเหยนม แล้ว ทำการพ่นนม

ข. การพ่นนม แล้วทำการระเหยนม

ค. การพ่นนม และ การระเหยนมไปพร้อมกัน

ง. การพ่นนม หรือ การระเหยนมอย่างใดก่อนก็ได้

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2

แบบทดสอบทั้งหมด 32 ข้อ ใช้เวลาสอบ 30 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ

---

1. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้ถ้านมมีเชื้อโรคปนเปื้อนมาก
    ก. สีน้ำเงินของเมธิลีนบลูจะเข้มขึ้นอย่างรวดเร็ว
    ข. สีน้ำเงินของเมธิลีนบลูจะคงเดิมตลอดไป
    ค. สีน้ำเงินของเมธิลีนบลูจะลดลงอย่างรวดเร็ว
    ง. เชื้อโรคที่ปนเปื้อนคือแบคทีเรีย
2. ข้อใดเป็นข้อมูลเชิงการเปลี่ยนแปลงจากการสังเกต
    ก. สีของนมเป็นสีขาวขุ่น
    ข. สารละลายเมธิลีนบลูมีสีน้ำเงิน
    ค. น้ำปูนใสขุ่นเมื่อเป่าลมหายใจ
    ง. นมยูเอชที ตราจิตรลดามีรสอร่อย
3. ยุทธชัยสังเกตท้องฟ้าเดือนสิงหาคมเวลาบ่าย ข้อความใดจัดเป็นการบันทึกผลจากการสังเกตของยุทธชัย
    ก. เมฆคายความร้อนมากทำให้อากาศอบอ้าวมาก
    ข. วันนี้อากาศค่อนข้างเย็นสบายเพราะฝนตกเมื่อเช้า
    ค. ท้องฟ้ามีเมฆมาก และมืดครึ้ม มีลมแรง
    ง. อากาศค่อนข้างร้อนและอบอ้าวฝนคงจะตกในไม่ช้า
4. ข้อใดที่ผู้สังเกตใช้ประสาทสัมผัสมากที่สุด
    ก. นมมีสีขาว ไม่ทึบแสง มีฝุ่นผงเล็กน้อย เย็น
    ข. นมมีสีขาว หอม มีรสเปรี้ยว และร้อน
    ค. นมมีสีขาวนวล โปร่งแสง หอม มีฝุ่นผง
    ง. นมมีสีขาว หวาน หอมชื่นใจ อมเปรี้ยวเล็กน้อย
5. นักเรียนต้องทำการวัดอะไรบ้างเพื่อหาความหนาแน่นของก้อนเนยแข็ง
    ก. น้ำหนัก ปริมาตร
    ข. มวล ปริมาตร
    ค. ความยาว ปริมาตร
    ง. มวล ความยาว

6. การชั่งน้ำหนักของโต๊ะตัวหนึ่งข้อใดถูกต้องมากที่สุด

ก. 45 เมตร

ข. 45 ปอนด์

ค. 45 กิโลกรัม

ง. 45 นิวตัน

7. ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักของถุงผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์โดยการใช้เครื่องชั่งสปริง

ก. จับห่วงข้างบน แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่า

ข. จับห่วงข้างบน แขวนถุงน้ำหนักปลายล่าง อ่านค่าในระดับสายตา

ค. ผูกยึดห่วงข้างบนไว้ให้แน่น แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่าเฉลี่ย

ง. ผูกยึดห่วงข้างบนไว้ให้แน่น แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่าเบี่ยงเบน

8. การใช้เครื่องมือในการวัดให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ควรปฏิบัติอย่างไร

ก. อาศัยข้อมูลประกอบการวัด

ข. ปฏิบัติตามวิธีการใช้เครื่องมือ

ค. ใช้การประมาณประกอบการวัด

ง. บันทึกข้อมูลทุกครั้งที่ทำการวัด

ศรีพงศ์ จัดกลุ่มของสารออกเป็นประเภทโดย จัดให้

ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน น้ำส้มสายชู เมทานอล

ประเภทที่ 2 คือ พริกเกลือ หินแกรนิต ดิน คอนกรีต

จากข้อความ จงตอบข้อ 9

9. ถ้าศรีพงศ์ใช้<u>สถานะ</u>เป็นเกณฑ์ในการจัดประเภทสามารถจัดได้ดังนี้

ก. ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน พริกเกลือ หินแกรนิต คอนกรีต ดิน

ประเภทที่ 2 คือ เมทานอล น้ำส้มสายชู

ข. ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน พริกเกลือ หินแกรนิต ดิน

ประเภทที่ 2 คือ คอนกรีต เมทานอล น้ำส้มสายชู

ค. ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน น้ำส้มสายชู เมทานอล

ประเภทที่ 2 คือ พริกเกลือ หินแกรนิต ดิน คอนกรีต

ง. ประเภทที่ 1 คือ น้ำส้มสายชู

ประเภทที่ 2 คือ แป้งมัน พริกเกลือ หินแกรนิต คอนกรีต ดิน เมทานอล

10. ถ้าเราแบ่งผลิตภัณฑ์ของโครงการส่วนพระองค์เป็นกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 นมพาสเจอร์ไรส์ นมยูเอชที นมปราศจากไขมัน

กลุ่มที่ 2 นมในถังรีดนม นมที่อยู่ในเครื่องรีดนม นมในถังรับนม

การแบ่งเป็นกลุ่มข้างต้นนี้ใช้อะไรเป็นเกณฑ์

ก. การฆ่าเชื้อ

ข. คุณค่าทางอาหาร

ค. ประโยชน์ในการนำไปใช้

ง. การมีสารปนเปื้อน

11. จงเรียงลำดับอายุการเก็บรักษานม จาก**น้อยไปมาก**

ก. นมดิบ นมยูเอชที นมพาสเจอร์ไรส์

ข. นมดิบ นมพาสเจอร์ไรส์ นมยูเอชที

ค. นมยูเอชที นมพาสเจอร์ไรส์ นมดิบ

ง. นมยูเอชที นมดิบ นมพาสเจอร์ไรส์

12. นมที่มีแบคทีเรียปนเปื้อนมากคือนมที่เสียหรือบูด เมื่อใส่เมธิลีนบลูที่มีสีน้ำเงินลงไป ถ้ามีแบคทีเรียมาก สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นสีขาวในระยะเวลาสั้น แต่ถ้ามีแบคทีเรียน้อย สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นสีขาวในระยะเวลาที่นานกว่า

จากการทดลอง

นมในภาชนะ A เมื่อใส่เมธิลีนบลู เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสี คือ 30 นาที

นมในภาชนะ B เมื่อใส่เมธิลีนบลู เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสี คือ 15 นาที

นมในภาชนะ C เมื่อใส่เมธิลีนบลู เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสี คือ 120 นาที

จงเรียงลำดับ นมในภาชนะ จากภาชนะที่มีแบคทีเรียปนมากไปน้อย

ก. A B C

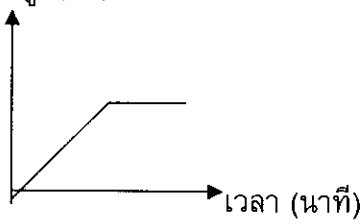
ข. B A C

ค. A C B

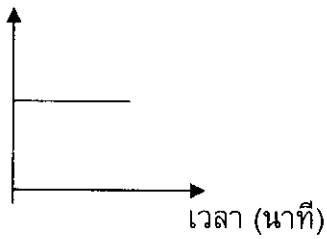
ง. C A B

13. เมื่อนำน้ำอุณหภูมิ 25°C มาต้มจนเดือด และต้มน้ำเดือดต่อไปอีก 20 นาที นักเรียนจะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาได้ตามข้อใด

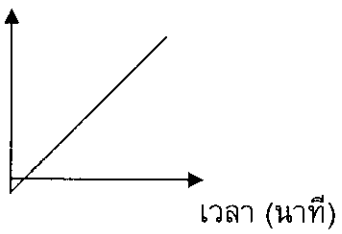
ก. อุณหภูมิ(°C)



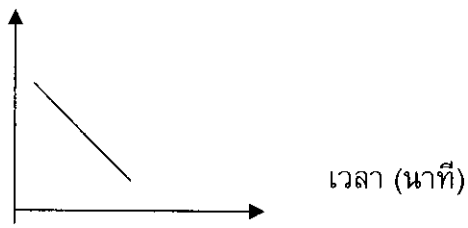
ข. อุณหภูมิ(°C)



ค. อุณหภูมิ(°C)



ง. อุณหภูมิ(°C)



14. สุภอรรถ ตรวจสอบปริมาณประชากรโคเนื้อและโคนมในฟาร์มแห่งหนึ่ง พบว่า มีโคนม 75 % โคเนื้อ 15 % สุภอรรถจะเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลแบบใดจึงจะสื่อความหมายได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายที่สุด

ก. กราฟเส้น

ข. แผนภูมิแท่ง

ค. แผนภูมิภาพ

ง. แผนภูมิวงกลม

15. ถ้าต้องการอธิบายเกี่ยวกับการเกิดฝนโดยมีลำดับการเกิดตั้งแต่ระเหยกลายเป็นไอน้ำ เป็นเมฆ แล้วตกลงมาเป็นฝนอีกครั้งหนึ่งนักเรียนจะเลือกใช้วิธีการในข้อใด

ก. เขียนบรรยาย

ข. เขียนเป็นตาราง

ค. เขียนเป็นกราฟ

ง. เขียนเป็นวงจร

16. ถ้านักเรียนต้องนำเสนอ รายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาตั้งแต่ ปีพ.ศ.2540จนถึงปัจจุบันเป็นเวลาทั้งหมด 7 ปี นักเรียนจะนำเสนอโดย

ก. แผนภูมิแท่ง

ข. แผนภูมิวงกลม

ค. ตาราง

ง. เขียนเป็นวงจร

17. เมฆทดลองให้ปุ๋ยกับต้นส้มโอพันธุ์เดียวกัน อายุเท่ากัน ขนาดเท่ากันและปลูกในดินชนิดเดียวกัน โดยแปลงแรกใส่ปุ๋ยที่โคนต้น แปลงที่สองฉีดพ่นปุ๋ยที่ใบ สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด

ก. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ดินดี

ข. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลดก

ค. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลผลิตเท่ากัน

ง. การให้ปุ๋ยทางรากทำให้ส้มโองอกงามกว่าการให้ปุ๋ยทางใบ

18. จินดาพร นำน้ำนมที่พึ่งรีดจากโคนมที่โรงโคนมสวนจิตรลดาแล้วแบ่งใส่บิกเกอร์ในปริมาณเท่าๆ กัน 2 ถ้วย ถ้วยหนึ่งนำไปต้มจนเดือด อีกถ้วยหนึ่งตั้งไว้เฉยๆ จากนั้นเฝ้าสังเกตเมื่อเวลาผ่านไป จินดาพรตั้งสมมุติฐานการทดลองนี้ว่า

ก. นมดิบมีคุณค่าทางอาหารสูง

ข. นมที่ได้รับความร้อนมีคุณค่าทางอาหารสูง

ค. นมที่ได้รับความร้อน เสียหรือบูดช้ากว่านมที่ไม่ได้รับความร้อน

ง. นมที่ไม่ได้รับความร้อนและนมที่ได้รับความร้อนแต่ถ้ารีดมาใหม่ๆคุณค่าอาหารจะสูง

19. สารละลายเมธิลีนบลูเป็นสารที่ทดสอบคุณภาพนมทางอ้อมถ้าหยดเมธิลีนบลูลงในน้ำนมที่มีแบคทีเรียมาก สีน้ำเงินของเมธิลีนบลูจะเปลี่ยนเป็นสีขาวโดยใช้เวลาน้อย นรพรรณนำนมที่ไม่ทราบที่มา 2 แก้ว ที่มีปริมาณเท่ากันมาทดสอบด้วยเมธิลีนบลู แล้วสังเกตเมื่อเวลาผ่านไป นรพรรณตั้งสมมุติฐานการทดลองอย่างไร

ก. เวลาในการเปลี่ยนสีของนมที่หยดสารละลายเมธิลีนบลู ถ้าใช้เวลามาก นมนั้นมีแบคทีเรียน้อยกว่า นมที่ใช้เวลาน้อยกว่าในการเปลี่ยนสี

ข. เวลาในการเปลี่ยนสีของนมที่หยดสารละลายเมธิลีนบลู ถ้าใช้เวลาน้อย นมนั้นมีแบคทีเรียน้อยกว่า นมที่ใช้เวลามากกว่าในการเปลี่ยนสี

ค. เวลามีผลต่อการบูดเสียของนมเนื่องจากปริมาณแบคทีเรียถ้าแบคทีเรียมากนมจะเสียเร็วกว่า

ง. สารละลายเมธิลีนบลูมีผลต่อปริมาณแบคทีเรียในน้ำนม

20. การทดลองปลูกถั่วเขียวพร้อมกัน 2 กระป๋อง โดยควบคุมสิ่งต่างๆ ให้เหมือนกัน เช่น ขนาด จำนวน อายุของถั่วเขียว ดิน ขนาดและชนิดของภาชนะ และปริมาณน้ำที่รด เป็นต้น กระป๋องใบที่หนึ่งวางในที่แจ้ง ใบที่สองไว้ในตู้มืด เวลาในการทดลอง 5 วัน การทดลองนี้มีสมมุติฐาน คือ

ก. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว

ข. ชนิดของต้นถั่วเขียวต่างกันทำให้การเจริญเติบโตต่างกัน

ค. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว

ง. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว

21. บรรหารทดลองปลูกผักบุ้งจีน 2 แปลง โดยกำหนดชนิดของดิน พันธุ์ของผักบุ้ง อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่รดให้เหมือนกัน แปลงที่ 1 ใช้ผ้าดำคลุมไม่ให้ได้รับแสง ส่วนแปลงที่ 2 ได้รับแสงเต็มที่ ตัวแปรต้นคือข้อใด

ก. ดิน

ข. น้ำ

ค. แสง

ง. ผ้าดำ

22. หมูหยอง ทดลองโดยใส่ตัวอย่างดิน 3 ชนิด คือ ดินเหนียว ดินทรายและดินร่วนลงในหลอดทดลอง ชนิดละ 1 หลอด อย่างละประมาณครึ่งหลอด แล้วรินน้ำลงในหลอด ทดลอง เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ ใช้หลอดหยดดูดสารละลายดินแต่ละชนิดหยดลงบน กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ชนิดละ 1 หยด เทียบสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ กับแถบสีแสดงค่า pH มาตรฐาน ข้อใดคือตัวแปรต้น

ก. น้ำ

ข. ค่า pH

ค. ชนิดของดิน

ง. การเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

ในการเลี้ยงโคนมโดยใช้สูตรอาหารต่างๆ กันเพื่อดูว่าโคนมเจริญเติบโตโดยใช้สูตรอาหารชนิดใด จากข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 24 – 25

23. ในการทดลองนี้ต้องจัดอะไรเหมือนกัน

ก. อาหาร

ข. พันธุ์โคนม

ค. อาหารบำรุง และพันธุ์โคนม

ง. พันธุ์โคนม และอาหาร

24. ในการทดลองนี้ต้องจัดอะไรให้ต่างกัน

ก. อาหาร

ข. พันธุ์โคนม

ค. อาหารบำรุง และพันธุ์โคนม

ง. พันธุ์โคนม และอาหาร

25. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า "เกลือทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำลงจริงหรือไม่" จะเลือกใช้อุปกรณ์ใดในการทดลอง

ก. เกลือ น้ำแข็ง บีกเกอร์ น้ำ

ข. เกลือ น้ำแข็ง เทอรด์มอมิเตอร์ น้ำ

ค. เกลือ น้ำแข็ง บีกเกอร์ หลอดฉีดยา

ง. เกลือ น้ำแข็ง บีกเกอร์ เทอร์มอมิเตอร์

26. อาหารไก่ชนิดหนึ่งมีคนสงสัยว่าจะทำให้ไก่เกิดโรคขาอ่อน การทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานดังกล่าวควรทำอย่างไร

ก. เปรียบเทียบองค์ประกอบของอาหารชนิดนี้กับชนิดอื่น

ข. นำอาหารนี้ไปตรวจวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมีเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบ

ค. นำอาหารนี้ไปทดลองกับไก่ปกติ 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ง. นำอาหารนี้ไปทดลองกับไก่ที่เป็นโรค 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

27. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "เลนส์นูนสามารถรวมแสงได้" นักเรียนคิดว่าสิ่งใดที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองครั้งนี้มากที่สุด

ก. กระดาษสีขาว แสงแดด

ข. เลนส์นูน กระดาษสีขาว

ค. เลนส์นูน หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ง. เลนส์นูน แสงแดด

ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 28

จากตารางการออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า "ปุ๋ยทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วขึ้นจริงหรือไม่" ของนักเรียน 3 คน แสดงผลดังตาราง

นักเรียน	แผนการทดลอง	
	กระถางที่ 1	กระถางที่ 2
A	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ
B	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย รดน้ำ
C	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ

28. จากข้อมูล ใครทำการทดลองผิด

ก. A และ B

ข. A และ C

ค. B และ C

ง. ทั้ง A, B และ C

29. กิติ ทำการทดลอง โดยบรรจุดินร่วนลงในกระป๋องที่สูงเท่ากัน จำนวน 3 ใบ ๆ ละครึ่งกระป๋อง กระป๋องแต่ละใบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ต่างกัน แล้วนำถั่วเขียวมาเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 กระป๋องๆ ละ 10 เมล็ด รดน้ำกระป๋องละ 15 cm^3 ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงและสังเกตการเจริญของต้นถั่วเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองดังกล่าวเขาต้องการศึกษาสิ่งใด

ก. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ข. เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค. อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ง. ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

30. จากผลการทดลองข้างล่างนี้ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่าสาร
1. เติมน้ำสบู่ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอกในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายแชมพูในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

ก. น้ำมันพืชไม่ละลายน้ำ

ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว

ค. สบู่ ผงซักฟอกและแชมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ

ง. สบู่ ผงซักฟอกและแชมพู มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเห็นเป็นชั้นชัดเจน

31. จากการทดลองปลูกต้นถั่วชนิดเดียวกันปริมานเท่ากันในกระป๋องนมให้น้ำเท่ากัน 2 กระป๋อง กระป๋องใบแรกวางใต้ต้นไม้ อีกกระป๋องวางในตู้มืด 20วันต่อมาบันทึกผลในตารางต่อไปนี้

กระป๋อง	ลักษณะต้นถั่ว
วางใต้ต้นไม้	เจริญงอกงาม
ใส่ตู้มืด	ใบซีดและเหี่ยวเฉา

จากตารางสรุปได้ว่า

ก. สถานที่มีผลต่อการเจริญของต้นถั่ว

ข. แสงมีผลต่อการสร้างอาหารของต้นถั่ว

ค. ชนิดของต้นถั่วทนต่อทุกสภาพการ

ง. ดินและอาหารมีผลต่อการเจริญของต้นถั่ว

32. บ่อน้ำ 2 บ่อในบริเวณโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดามีขนาดใกล้เคียงกัน

บ่อที่ 1 มีกังหันชัยพัฒนา เปิดทุกวันวันละ 5 ชั่วโมง

บ่อที่ 2 ไม่มีกังหันชัยพัฒนา

ทั้งสองบ่อเลี้ยงปลานิลในปริมาณที่เท่าๆ กัน ผลปรากฏว่า

บ่อที่ 1 ปลานิลเจริญเติบโตดี

บ่อที่ 2 ปลานิลไม่สมบูรณ์ ปริมาณปลานิลลดลง

จากข้อมูลนักเรียนจะสรุปได้ว่า

ก. กังหันชัยพัฒนาให้ร่มเงาในน้ำและที่หลบแสงแดดแก่ปลานิล

ข. ปลานิลในบ่อที่2 มีโรคติดต่อ

ค. อาหารในบ่อที่ 2 ไม่อุดมสมบูรณ์

ง. การเติมอากาศทำให้แหล่งน้ำสะอาดเหมาะกับการดำรงชีวิต

แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบประเมินมีจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่องใช้เวลาทำ 15 นาที

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาดูว่าช่องใดจึงจะตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุดแล้วจึงกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้นและไม่ควรตอบมากกว่า 1 ช่อง คำตอบของนักเรียนไม่มีข้อใดถูก-ผิด และ**ไม่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์**

รายการ	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยมากที่สุด
1. ระหว่างทำการทดลองควรสนใจสิ่งที่ทำอย่างกระตือรือร้น					
2. ฉันอยากรู้ว่าเมื่อทำการทดลองแล้วผลจะเป็นอย่างไร					
3. การได้เข้าชมแหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียนทำให้หูตากว้างมากขึ้นแม้จะเสียเวลา					
4. เรื่องบางเรื่องเมื่อฟังเพื่อนคุยกันแต่ฉันไม่รู้เรื่องฉันจะพยายามสืบค้นให้รู้เรื่องนั้น					
5. ทุกครั้งที่ทำการทดลองฉันอยากรู้มากว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร					
6. ฉันรู้สึกว่าการทำการทดลองหลาย ๆครั้งเป็นสิ่งที่ท้าทาย					
7. ระหว่างทำการทดลองควรสนใจสิ่งที่ทำอย่างกระตือรือร้น					
8. การใช้ความเพียรพยายามเพื่อแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคเป็นสิ่งที่ควรทำเพราะจะทำให้นักเรียนแข็งแกร่งได้					
9. แม้จะยากลำบากในการจัดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองฉันก็ทำจนสำเร็จ					
10. เมื่อพบโจทย์คำถามที่ยาก ต้องค่อย ๆคิดหาคำตอบและทดลองหาคำตอบหลาย ๆวิธี					
11. การปรบมือให้เกียรติคนที่แสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลเป็นสิ่งที่ควรกระทำ					
12. ฉันภูมิใจที่ผลสรุปการทดลองที่ฉันสรุปมีข้อมูลจากการทดลองสนับสนุนอย่างชัดเจน					
13. การเขียนบทความทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเพื่อยืนยันบทความเสมอบทความนั้นจึงมีคุณค่า					
14. การรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่จะทำให้ร่างกายแข็งแรงและได้รับสารอาหารครบถ้วน					
15. การนอนหลับเป็นการพักผ่อนที่ดีที่สุดเพราะร่างกายจะหยุดการเคลื่อนไหวและได้ผ่อนคลาย					
16. การเขียนรายงานตามความเป็นจริงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา					
17. แม้ฉันทำการทดลองไม่สำเร็จแต่ฉันจะไม่ลอกเพื่อน					

รายการ	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยมากที่สุด
18. ชั่วชีวิตนี้ฉันจะไม่ยอมทุจริตในการสอบแม้ว่าทุกคนทำ					
19. ฉันยอมรับข้อผิดพลาดเสมอและจะไม่ทำสิ่งที่ผิดซ้ำซาก					
20. เมื่อพบหนังสือของคุณครูทำตกไว้ ฉันรีบนำไปคืนคุณครูทันที ไม่ได้เปิดดู					
21. ฉันมีความกังวลใจที่ต้องส่งงานโดยไม่ได้ตรวจทาน					
22. ถึงจะเสียเวลาถ้าต้องทำการทดลองหลายครั้งก็เป็นสิ่งที่ควรจะทำ					
23. การบันทึกผลการสังเกตให้ได้มากที่สุดช่วยให้การสรุปผลการทดลองง่ายและชัดเจนขึ้น					
24. เราไม่ควรมองข้ามความปลอดภัยในขณะใช้สารที่เป็นอันตรายในการทดลอง					
25. หากติดต่อนัดหมายกับใครแล้วเมื่อใกล้วันนัดหมายควรแจ้งให้ผู้ที่เรานัดทราบอีกครั้งหนึ่ง					
26. ฉันชอบใจที่เพื่อนช่วยบอกข้อบกพร่องที่ฉันควรปรับปรุง					
27. เมื่อฉันตั้งใจที่จะทำอะไรแล้วแต่มีคนทักท้วงต่อว่า ฉันจะกลับมาคิดถึงข้อทักท้วงนั้นแล้วนำมาแก้ไข					
28. การอภิปรายและนำเสนอผลการทดลองทำให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้					
29. การบอกเล่าเรื่องราวใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เพื่อนเป็นเรื่องที่น่าภูมิใจ					
30. เมื่อเพื่อนไม่เข้าใจแล้วมาขอให้ฉันอธิบายฉันยินดีทำเสมอ					

แบบประเมินหลักสูตร

คำชี้แจง

แบบประเมินหลักสูตรนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินหลักสูตรสถานศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่บูรณาการโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา แบบประเมินนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆของหลักสูตรและความเป็นหลักสูตร เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นแบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมโดยการพิจารณาส่วนประกอบต่างๆของหลักสูตรว่าเหมาะสมเพียงใดอันได้แก่ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้าง เนื้อหาสาระ วิธีจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์ การวัดและประเมินผล มีระดับความเหมาะสมดังนี้

5 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้อง เป็นการพิจารณาว่าส่วนประกอบต่างๆ ของหลักสูตรว่ามีความสอดคล้องกันเพียงใด โดยมีระดับความสอดคล้องดังนี้

+1 หมายถึง รายการประเมินมีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึงรายการประเมินอาจไม่สอดคล้องซึ่งกันและกัน

-1 หมายถึงรายการประเมินไม่สอดคล้องซึ่งกันและกัน

ตอนที่ 3 ประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม จุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้ดีขึ้น ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. เป้าหมายหลักสูตร
2. จุดมุ่งหมายหลักสูตร
3. คำอธิบายรายวิชา
4. เนื้อหา
5. หน่วยการเรียนรู้
6. สื่อและอุปกรณ์
7. การวัดและประเมิน
8. อื่นๆ

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1. หลักการของหลักสูตรมีความเหมาะสม					
2. หลักการของหลักสูตรสอดคล้องกับความต้องการในชีวิตประจำวัน					
3. หลักการของหลักสูตรเหมาะสมกับการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน					
4. จุดมุ่งหมายหลักสูตรมีความชัดเจน					
5. จุดมุ่งหมายหลักสูตรมีความเป็นไปได้และมีประโยชน์เพียงพอต่อการนำไปปฏิบัติ					
6. เนื้อหาหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
7. เนื้อหาหลักสูตรเหมาะสมและนำไปปฏิบัติได้จริง					
8. กิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
8.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทัศนาการผลิตนมที่ครบวงจร					
8.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นมอาหารอย่างแรกของชีวิต					
8.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โคนมสัตว์ที่มีคุณ					
8.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มาตรวจคุณภาพนมกันเถอะ					
8.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 นมที่เราสามารถดื่มได้					
8.6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
9. โครงสร้างเนื้อหาของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสมที่จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย					
10. เนื้อหาหลักสูตรเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้ เรียน					
11. ระยะเวลาในการเรียนตามหลักสูตรมีความเหมาะสม					
12. การแบ่งเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
13. กำหนดเนื้อหาในแผนการเรียนรู้เรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
14. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
15. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบActive learning					
16. แหล่งเรียนรู้ชุมชน “โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา”มีความเหมาะสมกับเนื้อหาหลักสูตร					
17. การทัศนศึกษาแล่งเรียนรู้ชุมชน “โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา”มีความเหมาะสม					
18. วิธีการสอนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
19. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะแก่วัยของผู้เรียน 20. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
21. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้					
22. วิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
23. องค์ประกอบของหลักสูตรมีความเหมาะสม					

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. ความจำเป็นและเป้าหมายของหลักสูตร			
2. เป้าหมายและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
3. ความจำเป็นและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา			
5. เป้าหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา			
6. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้			
7. เนื้อหากับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้			
8. เนื้อหาวิชากับแผนการจัดการเรียนรู้			
9. กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับแผนการจัดการเรียนรู้			
10. แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อและอุปกรณ์			
11. แผนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			
12. เนื้อหาวิชากับการวัดและประเมินผล			
13. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			
14. กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			

ตอนที่ 3 ประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม

1. หลักการของหลักสูตร .....

.....

.....

.....

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร .....

.....

.....

.....

3. คำอธิบายรายวิชา .....

.....

.....

.....

4. เนื้อหาและกิจกรรมของหลักสูตร .....

.....

.....

.....

5. แผนการจัดการเรียนรู้ .....

.....

.....

.....

6. การวัดและประเมินผล .....

.....

.....

.....

7. อื่นๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษา

ชื่อผู้เรียน ..... เลขที่ ..... วันที่ ..... เดือน ..... ปี .....

ความสนใจ	ความรับผิดชอบ	การมีส่วนร่วม	การเก็บรวบรวมข้อมูล

คำชี้แจง

1. แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษาเป็นเครื่องมือในการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนจากผู้ประเมิน 3 ฝ่าย ได้แก่ ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินผู้เรียน และผู้สอนประเมินผู้เรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมการทัศนศึกษา

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษานี้ เป็นเครื่องมือสำหรับประเมิน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเท่านั้น ดังนั้นขอให้ตอบตามความเป็นจริง **คำตอบของผู้ประเมินไม่มีผิดและไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียน**

2. โปรดประเมินรายการต่าง ๆตามความเห็นของท่านด้วยการให้คะแนน ลงในช่องว่างโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

แนวทางการให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษาของผู้เรียนใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

การสังเกต	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสนใจ	ตั้งใจฟังการบรรยาย บันทึกได้เนื้อหาครบถ้วน มีการซักถามเพื่อให้ได้คำตอบ	ตั้งใจฟังการบรรยาย บันทึกได้เนื้อหาครบถ้วน มีการซักถามพอควรเพื่อให้ได้คำตอบ	ตั้งใจฟังการบรรยายพอควร จดบันทึกเนื้อหาเพียงบางส่วน เดินดูไปเรื่อย ถามน้อย	ไม่ตั้งใจฟังการบรรยายจดบันทึกเนื้อหาน้อยมาก เดินดูให้ผ่านๆ ไป	เข้าชม แหล่งเรียนรู้
ความรับผิดชอบ	ตรงเวลา ตามที่นัดหมาย ทำตามกฎและระเบียบดีมาก รับผิดชอบงานที่ทำได้ดี	ตรงเวลาตามที่นัด ทำตามกฎระเบียบดี รับผิดชอบงานพอควร	ไม่ค่อยตรงเวลา ทำตามกฎ ระเบียบพอใช้ รับผิดชอบงานที่ทำ	ไม่ตรงเวลา ไม่เคารพกฎ ไม่รับผิดชอบงาน	เข้าชม แหล่งเรียนรู้
การมีส่วนร่วม	เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มได้ดี ช่วยเพื่อน ร่วมแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่ศึกษา	เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มได้ดี ช่วยเพื่อน ออกความคิดเห็นบ้าง	แยกจากกลุ่มบ้างเดินเดี่ยวบ้าง เฉยๆ ไม่ออกความคิดเห็น	แยกจากกลุ่มเดินเดี่ยว ไม่ มีส่วนร่วมใดๆ	เข้าชม แหล่งเรียนรู้
การเก็บรวบรวมข้อมูล	เก็บรวบรวมข้อมูลได้ละเอียดครบถ้วนทุกขั้นตอน ได้สาระสำคัญดีมาก มีตัวอย่างประกอบ	เก็บรวบรวมข้อมูลได้ละเอียดพอควร มีสาระสำคัญและมีตัวอย่างบ้าง	เก็บรวบรวมข้อมูลได้น้อยไม่ค่อยมีสาระสำคัญพอควรและไม่ค่อยมีตัวอย่าง	เก็บรวบรวมข้อมูลได้น้อยมาก ไม่มีสาระสำคัญและไม่มีตัวอย่างประกอบ	ไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ไม่สามารถเก็บสาระสำคัญได้เลย

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

ตนเอง เพื่อน ผู้สอน

แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน

ชื่อผู้เรียน ..... เลขที่ ..... วันที่ ..... เดือน ..... ปี .....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินทักษะการทำงานของผู้เรียน เป็นเครื่องมือในการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนจากผู้ประเมิน 3 ฝ่าย ได้แก่ ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินผู้เรียน และผู้สอนประเมินผู้เรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ในด้านทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

แบบประเมินทักษะการทำงานของผู้เรียนนี้ เป็นเครื่องมือสำหรับประเมิน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองในด้านทักษะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นเท่านั้น ดังนั้นขอให้ตอบตามความเป็นจริง **คำตอบของผู้ประเมินไม่มีผิดและไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียน**

2. โปรดประเมินรายการต่างๆตามความเห็นของท่านด้วยการทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่าน กำหนดความหมายของตัวเลขบอกระดับคุณภาพ ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก 4 หมายถึง ดี 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการ	ระดับคะแนนประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. ร่วมมือทำงานกลุ่มอย่างมีระบบ					
2. ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่					
3. ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสม					
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
5. เต็มใจปฏิบัติงานที่รับมอบหมายจากกลุ่มจนสำเร็จ					
6. ใส่ใจและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม					
7. มีส่วนร่วมในการตรวจสอบ ปรับปรุงงานกลุ่ม					
8. มีส่วนร่วมในการระบุข้อดี ข้อบกพร่อง ของงานกลุ่ม					
9. มีส่วนรับผิดชอบในความสำเร็จและความผิดพลาดของกลุ่ม					
10. ทำหน้าที่สมาชิกของกลุ่มที่ดี					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม .....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

ตนเอง เพื่อน ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการรายงานผลการทำกิจกรรม

เกณฑ์ที่พิจารณา	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	ต้องปรับปรุง (2)	ต้องแก้ไขใหม่ (1)
1. การนำเสนอเนื้อหาสาระ	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องกะทัดรัดชัดเจนและสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้ถูกต้องเหมาะสม	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องดีและสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ค่อยเหมาะสม	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องพอใช้และสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้พอใช้	การอธิบายเนื้อหาสาระถูกต้องเพียงบางส่วนและใช้ภาษาไม่เหมาะสม	การอธิบายสาระยังไม่ถูกต้องและไม่สามารถใช้ภาษาในการอธิบายหรือสื่อสารได้
2. การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ	รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการรายงานที่ถูกต้องและเหมาะสม	รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการรายงานถูกต้องแต่ไม่ค่อยเหมาะสม	รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการรายงานที่ถูกต้องและเหมาะสมเพียงบางส่วน	รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการรายงานที่ถูกต้องและเหมาะสมน้อยมาก	รายงานโดยไม่มีการใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบ
3. การจัดระบบการรายงาน	มีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจนจากง่ายไปยากเหมาะสมกับเนื้อหารที่นำเสนอดีมาก	มีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจนเหมาะสมกับเนื้อหารที่นำเสนอดีพอสมควร	มีการจัดลำดับขั้นตอนในการนำเสนอได้พอใช้	มีการแบ่งหัวข้อในการนำเสนอแต่ไม่ค่อยชัดเจนไม่ค่อยเหมาะสมกันเนื้อหา	ไม่มีการแบ่งหัวข้อในการนำเสนอและไม่เหมาะสมกันเนื้อหาที่นำเสนอ
4. เวลาที่กำหนด	การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ได้ใจความสำคัญครบถ้วน	การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ได้ใจความสำคัญ เกือบครบถ้วน	การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ได้ใจความสำคัญน้อย	การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ได้ใจความสำคัญน้อย	การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และไม่ได้ใจความสำคัญ

ชื่อสมาชิกกลุ่ม	การนำเสนอเนื้อหาสาระ	การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ	การจัดระบบการรายงาน	เวลาที่กำหนด	
					กลุ่มตนเอง
					กลุ่มเพื่อน
					ครู

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ (Presentation) การนำเสนอด้วยป้ายนิเทศ (Poster) หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

เกณฑ์ที่พิจารณา	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	ต้องปรับปรุง (2)	ต้องแก้ไขใหม่ (1)
1. ประเด็นเผยแพร่	การเลือกประเด็นมีความน่าสนใจ ทันสมัย แสดงให้เห็นถึงการกลั่นกรองความรู้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	การเลือกประเด็นมีความน่าสนใจ มีความเกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันบ้าง	การเลือกประเด็นมีความน่าสนใจ แต่ไม่แสดงการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	การเลือกประเด็นยังไม่น่าสนใจ ไม่ทันสมัย ไม่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	การเลือกประเด็นไม่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา และไม่เป็นประโยชน์กับชีวิตประจำวัน
2. การนำเสนอเนื้อหาสาระ	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องชัดเจนและสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้ดีมาก	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องดีและสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้ดี	การอธิบายเนื้อหาสาระมีความถูกต้องพอใช้และสามารถใช้ภาษาในการอธิบายได้พอใช้	การอธิบายเนื้อหาสาระยังไม่ค่อยถูกต้องและยังไม่สามารถใช้ภาษาได้ดี	การอธิบายสาระยังไม่ถูกต้องและไม่สามารถใช้ภาษาในการอธิบายหรือสื่อสารได้
3. การนำเสนอการสื่อสารและรูปภาพ	การเลือก ภาพ สี เสียงและภาษาประกอบการนำเสนอและการสื่อสาร มีความเหมาะสมและมีคุณภาพดีมาก	การเลือก ภาพ สี เสียงและภาษาประกอบการนำเสนอและการสื่อสารมีเหมาะสมและมีคุณภาพดี	การเลือก ภาพ สี เสียงและภาษาประกอบการนำเสนอและการสื่อสารมีเหมาะสมและมีคุณภาพพอใช้	การเลือก ภาพ สี เสียงและภาษาประกอบการนำเสนอสื่อสารยังไม่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	ไม่สามารถเลือก ภาพ สี เสียงและภาษาประกอบการสื่อสารที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
4. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลงานมีความหลากหลายและเหมาะสมกับชิ้นงานดีมาก	การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลงานมีความหลากหลายและเหมาะสมกับชิ้นงานเป็นส่วนใหญ่	การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลงานมีความหลากหลายและเหมาะสมกับชิ้นงานพอใช้	การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลงานยังไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน	การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลงานขาดความเหมาะสมและขาดความหลากหลาย

การนำเสนอ Presentation

ชื่อสมาชิกกลุ่ม	ประเด็นเผยแพร่	การนำเสนอเนื้อหาสาระ	การนำเสนอ การสื่อสารและรูปภาพ	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	กลุ่มตนเอง
					กลุ่มเพื่อน
					ครู

ป้ายนิเทศ Poster

ชื่อสมาชิกกลุ่ม	ประเด็นเผยแพร่	การนำเสนอเนื้อหาสาระ	การนำเสนอการสื่อสารและรูปภาพ	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	กลุ่มตนเอง
					กลุ่มเพื่อน
					ครู

กลุ่มผู้ประเมินมีสมาชิกคือ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Appendix 3

An extra science curriculum with emphasis on community resources and lesson plan

คำแนะนำในการใช้หลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) เป็นหลักสูตรที่ใช้เนื้อหาเรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (โรงโคนมสวนจิตรลดา ศูนย์รวมนม และกระบวนการผลิตนม) มีคำชี้แจงดังนี้

1. หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนคือโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในการจัดการเรียนรู้ เป็นหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) ประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา กระบวนจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล ให้เหมาะกับวัยของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่อง นม และกระบวนการผลิตนม ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา โดยเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับ โคนม การทำฟาร์มโคนม การผลิตนม การแปรรูปนม การตรวจคุณภาพของน้ำนม

2. ระยะเวลาการเรียนการสอนหลักสูตรนี้ใช้เวลาเรียน 2 คาบ (5 นาที) / สัปดาห์ รวม 7 สัปดาห์

3. ผู้เรียนหลักสูตรนี้คือ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 – ม.3)

4. ผู้สอนที่ใช้หลักสูตรนี้ควรเป็นครู/อาจารย์ ที่จบการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สาขาชีววิทยา

5. การประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

6. ผู้สอนสามารถเปลี่ยนลำดับของหน่วยการเรียนได้ตามความเหมาะสม

7. ส่วนที่เป็นเนื้อหาของหลักสูตร และบทปฏิบัติการ สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับแต่ละสภาพท้องถิ่น

ตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (นมและกระบวนการผลิต)

วิชา นมและกระบวนการผลิตนม ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

หลักการของหลักสูตร

หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้เป็นหลักสูตรที่สร้างขึ้นโดยเน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนเรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม ใน "โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา" และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนแบบกระตือรือร้นโดยนักเรียนเป็นสำคัญ ที่คำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอนกับแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเป็นหลัก

หลักสูตรนี้ได้จากการศึกษาการจัดการระบบการศึกษาใหม่ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแนวที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) เสนอการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตรศึกษาของไทย เป็นหลักสูตรที่เน้นการใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนที่แต่ละชุมชนสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในชุมชน และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้จากแหล่งเรียนรู้นั้นให้เกิดการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากแหล่งเรียนรู้ชุมชนนั้น นอกจากจะให้ประโยชน์ต่อตัวของผู้เรียนเองแล้วยังเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาชุมชนของผู้เรียน รวมการเผยแพร่แหล่งเรียนรู้ชุมชนของผู้เรียนอีกด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาวิทยาศาสตร์แก่ชุมชนอื่นๆ ในประเทศไทย

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 มาตรา25 ที่เน้นว่ารัฐต้องส่งเสริมการดำเนินงานและการจัดตั้งแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตทุกรูปแบบมีแหล่งเรียนรู้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ การใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนและบริบทของแหล่งเรียนรู้ชุมชนเป็นสิ่งจำเป็นต่อการจัดการศึกษาในปัจจุบันเพราะทำให้นักเรียนในแหล่งชุมชนนั้นได้ใช้แหล่งเรียนรู้ของชุมชนเพื่อการศึกษานอกเหนือจากจุดประสงค์เดิมของแหล่งเรียนรู้นั้น เช่นโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเป็นโครงการสาธิต โครงการตัวอย่าง และเป็นโครงการที่มิได้หวังผลตอบแทนซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชประสงค์เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ดังนั้นถ้านำโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเป็นแหล่งเรียนรู้ทางการศึกษาวิทยาศาสตร์แก่เยาวชนจะช่วยให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พัฒนาและสอดคล้องกับแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับดังกล่าวด้วย

นอกจากนี้การพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สร้างความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเป็นวิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา22 ที่เน้นผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 23 ที่เน้นความสำคัญทั้ง

ความรู้ที่คู่กับคุณธรรม เน้นกระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา และมาตรา24 ที่เน้นการจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงและจัดกระบวนการเรียนรู้ตามสภาพจริง รวมถึงการประเมินผลตามสภาพจริงเป็นไปตาม มาตรา 26 นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา เป็นไปตาม มาตรา 30 นั่นคือการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ (Classroom action research)

การพัฒนาหลักสูตรนี้ใช้แนวปรัชญาพิพัฒนนิยม (Progressivism) ซึ่งเน้น โรงเรียนเป็นเครื่องมือของสังคม แนวของหลักสูตรจะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีความยืดหยุ่นยึดตามความต้องการของสังคมและผู้เรียนเป็นประการสำคัญ ใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลายลักษณะแบบผสมผสานกัน

หลักสูตรนี้กำหนดเวลาเรียน 2 คาบ/สัปดาห์มีจำนวนหน่วยกิต 1 หน่วยกิต ซึ่งใช้แนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาหลักสูตรต่างๆและบูรณาการแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรตามที่กรมวิชาการ (2535) เสนอไว้ 4 แนวคือ 1.) ปรับกิจกรรมการเรียนการสอน 2.) ปรับรายละเอียดของเนื้อหา 3.) ปรับปรุงและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสม และ 4.) จัดทำสื่อขึ้นมาใหม่ โดยมีหลักการสำคัญดังนี้คือ จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการดำรงชีวิตประจำวัน และใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยมีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา เพื่อเป็นประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียน ให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติ พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีศักยภาพเต็มความสามารถ โดยมีจุดมุ่งหมายของรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน เรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถ กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และการทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจ (cooperative learning)
2. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร การนำเสนอความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ
3. เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าและซาบซึ้งถึงประโยชน์ของแหล่งเรียนรู้ชุมชน (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา) ในทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ความคิดและการปฏิบัติ ในการที่จะช่วยเหลือชุมชน สังคมส่วนรวมและประเทศชาติ
4. เพื่อให้นักเรียนสำนึกถึงพระมหากรุณาธิคุณของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงบำเพ็ญพระราชกรณียกิจนานัปการ เพื่อประโยชน์สุขของประชาชนชาวไทย

5. นักเรียนสามารถนำความรู้และเทคโนโลยีจากแหล่งเรียนรู้ชุมชนมาศึกษาเพื่อเพิ่มพูน ความรู้ความสามารถ และศักยภาพของตนเองได้เต็มที่

โครงสร้างและสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. ทัศนาการผลิตนมที่ครบวงจร	1. ความเป็นมาของโรงโคนมสวนจิตรลดา 2. ภาพรวมกระบวนการรีดนม การเก็บรักษานมดิบ 3. ภาพรวมกระบวนการผลิตนม และผลิตภัณฑ์จากนม	2
2. นมอาหารอย่างแรกของชีวิต	1. ลักษณะทางกายภาพของนม 2. การเสียสภาพโปรตีน	2
3. โคนมสัตว์ที่มีคุณ	1. โคนม และโคเนื้อ พร้อมลักษณะที่สังเกตได้ 2. ประโยชน์ของโคนม 3. เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม	2
4. ตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะ	1. การตรวจคุณภาพนมดิบ Methylene blue test (MBRT) 2. ความจำเป็นในการตรวจคุณภาพ	2
5. นมที่เราสามารถดื่มได้	1. การถนอมอาหารด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ 2. การทำนมยูเอชที	2
6. จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร	1. วิธีการผลิต เนย เนยแข็ง นมผง นมเม็ด โยเกิร์ต 2. ประโยชน์ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากนม	4

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนเรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม ใน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ประกอบด้วยสาระดังนี้

1. ทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ได้แก่เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับการได้รับความรู้จากประสบการณ์ที่ได้เห็นจากแหล่งเรียนรู้ชุมชน วิธีทัศนศึกษาให้เกิดประโยชน์ กระบวนการหาความรู้ การบันทึกข้อมูลความรู้ และขอบเขตในการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ชุมชน

2. นม ได้แก่เนื้อหาสาระเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของนม ความรู้พื้นฐานของสารอาหารโปรตีนเรื่องของนม ชนิดของนม และผลิตภัณฑ์ที่ดัดแปลงจากนม ซึ่งนมเป็นอาหารชนิดแรกที่มนุษย์บริโภคหลังจากที่เกิดมา รวมถึงการแปลงสภาพของโปรตีน

3. โคนม และฟาร์มโคนม ได้แก่เนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานในเรื่องโคนมซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่ใช้งานและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การเลี้ยงโคนม รวมถึงการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวของกับการเลี้ยงโคนม และหลักการพื้นฐานในการทำฟาร์มโคนม

4. การตรวจคุณภาพน้ำนมดิบ ได้แก่เนื้อหาสาระเกี่ยวกับการตรวจคุณภาพของนมดิบในเบื้องต้นจากที่รีดนมและการตรวจคุณภาพ ณ ห้องปฏิบัติการโดยกรรมวิธีต่างๆ

นอกจากนี้ยังเน้นถึงวิธีการตรวจคุณภาพน้ำนมโดยการดูปริมาณแบคทีเรียเพื่อแยกคุณภาพของน้ำนมด้วยวิธี Methylene blue test (MBRT)

1. การทำนมให้เหมาะกับการบริโภค ได้แก่เนื้อหาสาระเกี่ยวกับ การถนอมอาหารที่ใช้วิธีพาสเจอร์ไรส์ และการทำนมยูเอชที โดยเป็นเนื้อหาสาระเกี่ยวกับหลักการในวิธีการต่างๆ ในการผลิตนมเพื่อบริโภค และรู้จักหลักการในการเลือกบริโภคนม

2. กระบวนการแปลงรูปน้ำนมเป็นผลผลิตในรูปอื่นๆ ได้แก่เนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับวิธีการผลิต เนย เนยแข็ง นมผง นมเม็ด โยเกิร์ต รวมทั้งเหตุผลประกอบกับประโยชน์ในการผลิตสิ่งเหล่านี้ รวมไปถึงผลพลอยได้ในการผลิตสิ่งเหล่านั้น คือโรงน้ำกลั่น

วิธีจัดประสบการณ์การเรียนรู้

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เป็นหลักสูตรที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเป็นเนื้อหาสาระ และจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนศึกษาได้จากแหล่งเรียนรู้ชุมชนนั้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงจัดโดยเน้นให้นักเรียนได้ความรู้และเห็นถึงคุณค่าของแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา โดยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการทำงาน การสืบสอบหาความรู้และการฝึกปฏิบัติ รวมไปถึงกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการจัดดังที่กล่าวมาได้มาจากการนำความรู้ที่ได้จากแหล่งเรียนรู้ชุมชนมาศึกษาในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ รวมทั้งความรู้และประสบการณ์จากการที่ได้ทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชนทั้งโดยการทัศนศึกษาเป็นการเรียนรู้ตามสภาพจริงได้ประสบการณ์ตรง หรือการทัศนศึกษาผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นการเปิดโอกาสให้แหล่งเรียนรู้ชุมชนมีส่วนสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ชุมชนให้มีความสัมพันธ์กับโรงเรียนเป็นการเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และใช้ในการแก้ปัญหาและช่วยให้เกิดการพัฒนาความรู้อย่างเหมาะสมแก่ผู้เรียนและเป็นการพัฒนาชุมชน และประเทศชาติ

การจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความสัมพันธ์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับแหล่งเรียนรู้ชุมชน ใช้วิธีสอน เทคนิคการสอน และกิจกรรมดังนี้

1. การสอนโดยการทัศนศึกษา (field trip)
2. การสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนเป็นฐาน (resource-based learning)
3. การสอนตามแนว Active learning
4. การสอนโดยใช้แบบการเรียนรู้ Cooperative learning

5. การสอนโดยการสืบสอบหาความรู้ (Inquiry method)

จากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น จะทำให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การค้นพบความรู้โดยผู้เรียนเองนั้นใช้กระบวนการทางปัญญาสร้างความรู้ผู้สอนเป็นผู้จัดหาโอกาสมิสามารถสร้างให้ได้ การสร้างความรู้เองทำให้เกิดความเข้าใจ ความรู้ใหม่จากการสร้างจะเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และถูกจัดเก็บไว้เป็นความจำระยะยาว (long-term memory) การสร้างความรู้เองนี้เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรักติวิสม์ (constructivism) กล่าวโดยสรุปว่า เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในฐานะผู้สร้างความรู้ โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่(new knowledge)กับความรู้เดิมและประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อน(prior knowledge) เข้าด้วยกัน

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดายึดตามแนวคิดของการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งมีวิธีการประเมินหรือรูปแบบการประเมินที่หลากหลาย โดยเฉพาะเน้นการประเมินงานที่นักเรียนไปทัศนศึกษา การปฏิบัติจริงจากการทำใบงาน การทำบทปฏิบัติงานที่นักเรียนปฏิบัติในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการตามปกติ โดยมีการประเมินผลในสิ่งต่อไปนี้

1. ประเมินกระบวนการวางแผนพัฒนา และการทำงานของผู้เรียนตามแผนการสอน
2. ประเมินการปฏิบัติ การทดลอง และการแสดงออกของผู้เรียน
3. ประเมินผลการใช้หลักสูตร เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาการเรียน ประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนด้านทักษะพิสัย ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การประเมินใช้ แบบสอบ แบบวัด แบบสังเกต แบบสอบถาม ด้วยการประเมินโดยตัวผู้เรียนเอง เพื่อน และครู

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชาว32201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 14 คาบ จำนวน 1.0 หน่วยการเรียน ต่อปี

ศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เรื่องนม การผลิตครบวงจรของนม และผลิตภัณฑ์นม ซึ่งประกอบไปด้วยโรงโคนมสวนจิตรลดา ศูนย์รวมนม รวมไปถึงกระบวนการผลิตนมและกระบวนการแปรรูปนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับบริโภคในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้เป็นการศึกษาโดยใช้การทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชนหรือคือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

นั้น เพื่อให้ได้ประสบการณ์ตรงและเห็นภาพกระบวนการต่างๆ นอกเหนือจากคำอธิบาย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ด้วยการค้นพบโดยตนเอง ทำให้เกิดความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง นมและกระบวนการผลิตนม
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3
หน่วยการเรียนรู้ 6 หน่วย เวลา 14 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ทัศนา การผลิตนมครบวงจร	2
2	นมอาหารอย่างแรกของชีวิต	2
3	โคนม สัตว์ที่มีคุณ	2
4	ตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะ	2
5	นมที่เราสามารถดื่มได้	2
6	จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร	4

วิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน เรื่องนมและกระบวนการผลิตนมในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

เอกสารหลักสูตร ม.ต้น ปีการศึกษา 2547
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ตารางกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้ช่วงชั้น
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้น ม.2

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานที่ ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้(เนื้อหา)
3. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลอภิปราย และอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์ และมนุษย์) การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้	1. อธิบายโครงสร้างของโคที่ให้น้ำนม การทำงานของ ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบการให้นมของโคนม 2. อธิบายภาพรวมในการดำรงชีวิตของโคนมในโรงโคนมสวนจิตรลดา การเจริญเติบโต การดูแลโค เพื่อให้ปริมาณนมที่มีคุณภาพ 3. นักเรียนสามารถสังเกต สืบค้นและอธิบายการให้ประโยชน์ของโค	1. โครงสร้างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ระบบการทำงานของร่างกายสิ่งมีชีวิต เช่น โคนม 2. การให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ของโค

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตพืชและสัตว์ รวมทั้งผลของการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม อาหาร และการแพทย์	1. นักเรียนอธิบายถึงการปรับปรุงพันธุ์โคนมให้เหมาะกับการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย 2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและนำเสนอการเลี้ยงโคนม การให้นมและการนำนมเพื่อผ่านขบวนการที่ทำให้นมสามารถบริโภคได้ 3. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและนำเสนอถึงการทำผลิตภัณฑ์นมได้ 4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและอธิบายได้ว่าการแปรรูปนมดิบช่วยให้เก็บรักษานมได้นานและช่วยลดปัญหานมดิบล้นตลาด	1. โคนมและการเลี้ยงโคนมในแหล่งเรียนรู้ชุมชน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา 2. เทคโนโลยีการผลิตนมสดพาสเจอร์ไรส์ ยูเอชที นมผง นมเม็ด 3. เทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์นม 4. โรงน้ำกลั่นผลพลอยได้จากการทำนมผง
6. สำรวจตรวจสอบสารอาหารต่าง ๆ ที่รับประทานในชีวิตประจำวัน และนำความรู้มาใช้ในการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ได้สัดส่วนเหมาะสมกับเพศและวัย	1. อธิบายถึงนม และผลิตภัณฑ์นมในแง่องค์ประกอบและการบริโภคทำให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต 2. อธิบายความสำคัญของสารอาหารโปรตีนที่มีต่อร่างกายและรู้จักเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ได้สัดส่วนเหมาะสมกับเพศและวัย	1. นมและผลิตภัณฑ์นม 2. เทคโนโลยีในการผลิตนมและการผลิต ผลิตภัณฑ์นม 3. ประโยชน์ของอาหารประเภทนม

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานที่ ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1. สำรวจวิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เสนอแนวคิดในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งลงมือปฏิบัติในการดูแลรักษา แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	1. นักเรียน อธิบายได้ว่ามูลของสัตว์สามารถนำไปใช้ในการผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อเป็นการใช้พลังงานทดแทนการใช้เชื้อเพลิง เป็นการใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่า และเป็นการรักษาสภาวะแวดล้อม 2. นักเรียนอธิบายถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน	1. การใช้มูลสัตว์ผลิตแก๊สชีวภาพ 2. การผลิตที่ครบวงจรส่วนการผลิตนม

สาระที่ : 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานที่ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญใน การสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ 2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	- ระบุคำถาม กำหนดประเด็น หรือตัวแปรที่สำคัญ - ทำการสำรวจ ศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้ครอบคลุมเชื่อถือได้ - นักเรียนสามารถตรวจสอบวางแผนการทดลองได้ - สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนสำรวจตรวจสอบได้หลาย ๆ วิธี	- ลักษณะทางกายภาพของนม - การทำพาสเจอร์ไรส์ การตรวจคุณภาพนม (MBRT) - ระบวนการผลิตต่างในส่วนการผลิตนม - การตั้งสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ในเรื่องการทำพาสเจอร์ไรส์ การตรวจคุณภาพนม - การวางแผน สำรวจตรวจสอบหลายรูปแบบวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม 4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ	- นักเรียนเลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและเลือกใช้วัสดุและเครื่องมือต่างๆ ในการทำกิจกรรมที่เหมาะสมอย่างปลอดภัย - นักเรียนรวบรวมข้อมูล จัดทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ	- การทดลองการทำพาสเจอร์ไรส์อย่างง่าย (นมที่เราสามารถดื่มได้ - ผลการทดลองจากกิจกรรมต่างเพื่อลงสู่ข้อสรุป - กระบวนการผลิตนมและการตรวจสอบคุณภาพ และผลพลอยได้จากการผลิตที่ครบวงจร

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ	- นักเรียนวิเคราะห์และประเมินผลการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานได้	- การทำพาสเจอร์ไรส์ การตรวจคุณภาพนม(MBRT)
6. สร้างแบบจำลอง (modeling) หรือรูปแบบ (pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ	- นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยวิธีการจำลอง หรือสร้างรูปแบบ ที่สามารถอธิบายหรือแสดงผลการสำรวจตรวจสอบได้	- การทำพาสเจอร์ไรส์ (นมที่เราสามารถดื่มได้) - การตรวจคุณภาพนม (MBRT) - ลักษณะทางกายภาพของนม
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่	- ระบุคำถามและทำการตรวจสอบจากเรื่องที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การใช้ประโยชน์กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้	- แหล่งเรียนรู้ส่วนการผลิตนมโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา - นมอาหารอย่างแรกของชีวิต
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจ สอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม	- อธิบาย ตีความหมายที่มาแหล่งความรู้ จากการสังเกต บันทึก ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ - นักเรียนยอมรับแนวคิด ความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีประจักษ์พยานใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น	- นมและลักษณะทางกายภาพ - โคนม การเลี้ยงโคนม - แหล่งเรียนรู้ส่วนการผลิตนมโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงาน หรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	- นำเสนอผลงาน หรือชิ้นงานด้วยกระบวนการจัดแสดง เขียน หรืออภิปรายให้ผู้อื่นเข้าใจ	- กระบวนการผลิต หรือกระบวนการที่นักเรียนสนใจในส่วนการผลิตนม การผลิตที่ครบวงจรของ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้
รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน รหัสวิชา
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ทัศนา การผลิตนมที่ครบวงจร
ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 นักเรียนได้เห็นกระบวนการต่างๆจากแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.2 นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการผลิต เทคโนโลยีทางชีวภาพ และเทคโนโลยีทางการเกษตร ในการทำฟาร์มโคนม และกระบวนการผลิตนม จากแหล่งเรียนรู้ชุมชน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

1.3 นักเรียนสามารถทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชนได้อย่างคุ้มค่า คือเห็นถึงคุณค่าประโยชน์และเข้าใจ สามารถสังเกต เก็บรวบรวมความรู้ และสืบค้นความรู้จากแหล่งเรียนรู้ชุมชนและนำมาประยุกต์กับการดำเนินชีวิตประจำวันได้

1.4 นักเรียนสามารถประเมินตัวเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในการไปทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชนได้

2. สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

2.1 โรงโคนมสวนจิตรลดา พันธุ์โคนม การเลี้ยงและการให้อาหาร การรีดนม แก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์

2.2 ศูนย์รวมนม การทำโฮโมจีไนส์ พาสเจอร์ไรส์ ยูเอชที

2.3 กระบวนการต่างๆในการทำนมผง นมเม็ด การผลิตน้ำกลั่น การตรวจคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติ การผลิดภัณฑ์จากนมเช่น การทำ ชีส โยเกิร์ต

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (ก่อนทัศนศึกษา)

3.1.1 ครูชี้ถึงวัตถุประสงค์ในการทัศนศึกษา รวมทั้งตั้งประเด็นชี้ถึงความสำคัญและความน่าสนใจในโครงการส่วนพระองค์ฯ

3.1.2 ครูแนะนำการปฏิบัติตนเพื่อการทัศนศึกษาและชี้แจงขอบเขตในการไปทัศนศึกษา สิ่งที่นักเรียนควรสนใจและควรสังเกต สืบค้นหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนจะเข้าไปศึกษาจริง

3.1.3 ครูชี้แจงข้อแนะนำในการไปทัศนศึกษาแก่นักเรียน และแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อได้มีความร่วมมือในการทัศนศึกษา

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (การทัศนศึกษา)

3.2.1 นักเรียนทัศนศึกษา**แหล่งเรียนรู้ชุมชน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา** โดยมีวิทยากรจากแหล่งเรียนรู้อธิบายและนำชมส่วนต่างๆ

3.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันด้วยความร่วมมือร่วมใจในการสืบค้น ศึกษาหาข้อมูลและความรู้ให้กลุ่มของตนโดยทำใบงานและหาคำตอบจาก **แหล่งเรียนรู้ชุมชน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา**

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (หลังการไปทัศนศึกษา)

3.3.1 นักเรียนทำใบงานการทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

3.3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบข้อสงสัยในเนื้อหาความรู้ที่ตนสืบค้นและแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม

3.4 ขั้นขยายความรู้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดในเรื่องการนำเสนอสิ่งที่กลุ่มตัวเองสนใจสำหรับกิจกรรมในหน่วยที่ 6 จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหารโดยการเชื่อมโยงสาระความรู้ที่ตนได้สืบค้นมากับความรู้พื้นฐานเดิมที่กลุ่มของตนมีอยู่

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 นักเรียนประเมินการไปทัศนศึกษาโดยใช้แบบประเมินเพื่อประเมินตนเอง เพื่อนร่วมกลุ่มประเมิน และอาจารย์ผู้สอนประเมิน

3.5.2 นักเรียนทำใบงานการไปทัศนศึกษาท้ายหน่วยการเรียนรู้ส่งท้ายชั่วโมงหลังการไปทัศนศึกษา

4. การวัดและประเมินผล

4.1 ใบงานการทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

4.2 ประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษาสำหรับครูและเพื่อนนักเรียน

5. สื่อการสอน/ แหล่งการเรียนรู้

5.1 แหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ส่วนการผลิตนม โรงโคนมสวนจิตรลดา ศูนย์รวมนม กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ต่างจากนม

5.2 เอกสารหน่วยที่1 ทัศนาการผลิตนมที่ครบวงจร

5.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในการทัศนศึกษาสำหรับครูและเพื่อนนักเรียน

6. ผลการสอนและการประเมิน

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน รหัสวิชา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง นมอาหารสิ่งแรกของชีวิต

ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 สามารถอธิบายได้ว่า นม คืออะไร

1.2 สามารถอธิบายได้ว่านมเป็นสารอาหารประเภท โปรตีน

1.3 นักเรียนอธิบายได้ว่าส่วนประกอบของนมมีอะไร

1.4 นักเรียนสามารถตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม

1.5 นักเรียนสามารถทดสอบการแปลงสภาพโปรตีน

2. สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

2.1 ความหมายของน้ำนม

2.2 องค์ประกอบของน้ำนม

2.3 นมเป็นสารอาหารประเภทโปรตีน น้ำนมดิบ

2.4 ลักษณะทางกายภาพของนม

2.5 การแปลงสภาพโปรตีน

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

3.1.1 ครูใช้คำถามเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น การรับประทานอาหารเช้า และการดื่มนมในช่วงพักโดยให้นักเรียนร่วมกันใช้เหตุผลเพื่อตอบ

3.1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องลักษณะทางกายภาพของนม โดยการใช้การตั้งคำถามเช่น นมที่นักเรียนดื่มทุกวันมีลักษณะอย่างไร

3.1.3 ครูกล่าวนำโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับสารอาหารให้นักเรียนช่วยตอบเพื่อนำเข้าสู่เรื่องโปรตีนโดยกล่าวถึงโปรตีนและการทดสอบโปรตีนที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบการแปลงสภาพโปรตีนและการตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- นักเรียนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มบันทึกและสรุปผลการทดลองการแปลงสภาพโปรตีนและการตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม

3.4 ขั้นขยายความรู้

3.4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลจากการทำกิจกรรมของกลุ่มตน

3.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลของการทำกิจกรรม

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำแบบประเมินทักษะการทำงานร่วมกัน

3.5.2 ครูและเพื่อนนักเรียนประเมินการนำเสนอผลการรายงานด้วยวาจา

3.5.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม

4. การวัดและประเมินผล

4.1 ประเมินการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน

4.2 ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มด้วยแบบประเมินการรายงานด้วยวาจา

4.3 ประเมินจากคำถามท้ายการทดลองกิจกรรม ตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

5. สื่อการสอน / แหล่งการเรียนรู้

5.1 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

5.2 เอกสารหน่วยที่2 นมอาหารสิ่งแรกของชีวิต

5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับ อินเตอร์เน็ต

5.4 แบบประเมินทักษะการทำงานร่วมกัน

5.5 แบบประเมินการรายงานผลงานกลุ่มด้วยวาจา

6. ผลการสอนและการประเมิน

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง โคนม สัตว์ที่มีคุณ

ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 นักเรียนอธิบายได้ว่าโคมีหลายประเภท และสามารถใช้งานให้เกิดประโยชน์ในทางเกษตรกรรมได้คือ โคนม และโคเนื้อ และอธิบายถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ นักเรียนสามารถ อธิบายได้ว่า โคนม มีลักษณะเป็นอย่างไร และสามารถระบุพันธุ์โคได้ว่า เป็นโคเนื้อหรือโคนม

1.2 นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าโคนมที่โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา คือพันธุ์ใดและเหตุใดจึงเลี้ยงพันธุ์นี้

1.3 นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับเรื่องโคนมได้

1.4 นักเรียนสามารถสืบค้น อธิบายและอภิปรายร่วมกันอย่างร่วมแรงร่วมใจในกลุ่มถึงประโยชน์ด้านอื่นๆ ของโค

2. สาระการเรียนรู้

2.1 โคนมที่เลี้ยงในโรงโคนมสวนจิตรลดา

2.2 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ให้นมมากและเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

2.3 ชนิดของโคนมและลักษณะของโคนมพันธุ์ต่างๆ ที่เลี้ยงอยู่ทั่วไป

2.4 ประโยชน์ของโคและโคนมที่นอกเหนือจากการให้นม

2.5 แก๊สชีวภาพจากมูลโคนม

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

3.1.1 ครูกล่าวถึงโคนมที่นักเรียนได้เห็นจากโรงโคนมสวนจิตรลดาและซักถามนักเรียนถึงประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเห็นโคชนิดอื่นๆ หรือไม่และให้ดูภาพที่ครูรวบรวมให้ดูจากรูปในหนังสือและรูปถ่ายจากโครงการโดยใช้อุปกรณ์ เครื่องฉายภาพจากคอมพิวเตอร์

3.1.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นจากรูปของวัวชนิดต่าง

3.2 ขั้นสำรวจค้นหา

3.2.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โคเนื้อ หรือ โคนม

3.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจาก อินเตอร์เน็ต ถึงเรื่องโคเนื้อและโคนมสัตว์เคี้ยวเอื้อง และประโยชน์จากโคในแง่การให้นมและอื่นๆ โดยร่วมกันในกลุ่มของตนและบันทึกสิ่งที่ค้นคว้าได้

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่สืบค้นได้มาและรวบรวมประเด็นที่สำคัญโดยร่วมกันลงความเห็นเพื่อการนำเสนอต่อเพื่อนนักเรียน

3.4 ขั้นขยายความรู้

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ค้นคว้าได้ด้วยวาจาเป็นผลงานกลุ่มของตน

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 ครูประเมินการนำเสนอผลงานด้วยวาจา

3.5.2 ประเมินใบงานที่นักเรียนร่วมกันบันทึกในการค้นคว้าสืบหาข้อมูล

3.5.3 นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำแบบประเมินทักษะการทำงานร่วมกัน

4. การวัดและประเมินผล

4.1 การร่วมทำกิจกรรมกลุ่มลงในใบงาน

4.2 ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มด้วยวาจาจากสิ่งที่ค้นคว้าได้

4.3 ประเมินการทำงานเป็นกลุ่มโดยแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน

5. สื่อการสอน / แหล่งการเรียนรู้

5.1 กิจกรรมโคเนื้อ หรือ โคนม และกิจกรรมสืบค้นจากเทคโนโลยีสารสนเทศหน่วยที่ 3

5.2 เอกสารหน่วยที่3 โคนมสัตว์ที่มีคุณ

5.3 คอมพิวเตอร์ที่ต่ออินเตอร์เน็ต ในห้องปฏิบัติการ

5.4 แบบประเมินการรายงานผลงานกลุ่มด้วยวาจา

5.5 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน

6. ผลการสอนและการประเมิน

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน รหัสวิชา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะ

ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 นักเรียนสามารอธิบายได้ว่าการตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบสามารถใช้สารละลายเมธิลีนบลูตรวจสอบได้

1.2 นักเรียนสามรถอธิบายได้ว่าถ้ามีแบคทีเรียเจริญเติบโตในน้ำนมจะทำให้สารละลายเมธิลีนบลู เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

1.3 นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในน้ำนมโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลู และสามารถสรุปผลการทดลองได้

2. สาระการเรียนรู้

2.1 สารละลายเมธิลีนบลูเป็นสารละลายที่ใช้ตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในน้ำนมได้

2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำนมดิบโดยการแบ่งเป็นเกรดโดยคุณภาพนั้นขึ้นกับเวลาที่สีของสารละลายเมธิลีนบลูเปลี่ยนเป็นไม่มีสีโดยบ่มอยู่ในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

3.1.1 ครูกล่าวนำเพื่อการตรวจคุณภาพของนมโดยใช้บทบาทสมมุติให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้ที่ช่วยโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาตรวจคุณภาพนมพื้นฐานว่ามีปริมาณแบคทีเรียปนเปื้อนมากหรือน้อย และน้ำนมที่ทดสอบมีเกรดเป็นอย่างไรบ้าง

3.1.2 ครูให้นักเรียนดูภาพถ่ายการเปลี่ยนสีของน้ำนมดิบที่ใส่สารละลายเมธิลีนบลูซึ่งถ่ายจากกล้องดิจิตอล

3.2 ขั้นสำรวจค้นหา

- นักเรียนตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะของนมโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลูได้ด้วยทักษะการทำงานแบบร่วมมือกันในกลุ่มทดลอง

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- นักเรียนสรุปผลการตรวจคุณภาพของนมโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลูได้

3.4 ขั้นขยายความรู้

3.4.1 นักเรียนนำเสนอผลการทดลองด้วยวาจา

3.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลของการทำการทดลอง

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทปฏิบัติการได้

3.5.2 ครูและเพื่อนนักเรียนประเมินการนำเสนอผลการรายงานด้วยวาจา

4. การวัดและประเมินผล

4.1 คำถามท้ายกิจกรรม

4.2 ประเมินการนำเสนอผลงานด้วยวาจาโดย ใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

5. สื่อการสอน / แหล่งการเรียนรู้

5.1 กิจกรรมมาตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะเป็นการตรวจคุณภาพของน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลู

5.2 อุปกรณ์กิจกรรมตรวจคุณภาพน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายเมธิลีนบลู

5.3 เอกสารหน่วยการเรียนที่ 4

5.4 แบบประเมินการรายงานผลงานกลุ่มด้วยวาจา

6. ผลการสอนและการประเมิน

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน รหัสวิชา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง นมที่เราสามารถดื่มได้

ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 นักเรียนสามารถสืบค้น และนำเสนอวิธีการที่เป็นการเก็บรักษานมให้มีคุณภาพที่ดื่มได้และเก็บไว้ได้นาน

1.2 นักเรียนอธิบายได้ว่าความร้อนสามารถทำให้นมมีคุณภาพเก็บรักษาได้นานกว่าการไม่ใช้ความร้อน

1.3 นักเรียนออกแบบการทดลองและทดลองเทคโนโลยีการทำพาสเจอร์ไรส์นมดิบที่ได้จากแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาได้

1.4 นักเรียนนำเสนอตัวแปร สมมุติฐาน และผลการทดลองได้

1.5 นักเรียนอธิบายได้ว่านอกจากการใช้ความร้อนในการผลิตนมแล้วยังมีเทคโนโลยีอื่นที่เปลี่ยนนมให้เป็นผลิตภัณฑ์นมต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของมนุษย์

1.6 นักเรียนอธิบายถึงข้อแตกต่างของนมและผลิตภัณฑ์นมที่ใช้บริโภคได้

2. สาระการเรียนรู้

2.1 กระบวนการให้ความร้อนแก่น้ำนมดิบได้แก่ พาสเจอร์ไรส์เซชั่น (pasteurization) ยูเอชที (UHT)

2.2 ออกแบบการทดลองใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ

2.3 ผลิตภัณฑ์นมต่างๆ คือ นมโฮโมจีไนส์ (Homogenized milk) นมพร่องมันเนย (Skimmed milk) นมพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized milk) นมยูเอชที (UHT milk) นมผง นมเม็ด นมข้นหวาน นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ชีส(Cheese)

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

3.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องลักษณะทางกายภาพของนมโดยการใช้การตั้งคำถามเช่น นมที่นักเรียนดื่มทุกวันมีลักษณะอย่างไร และผลิตภัณฑ์นมที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ให้แต่ละกลุ่มเขียนชื่อผลิตภัณฑ์นมบนกระดานภายในเวลา 3 นาที

3.1.2 ครูชี้ประเด็นการทำลายเชื้อโรค โดยให้นักเรียนดูภาพนักวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญคือ หลุยส์ ปาสเตอร์ นำไปสู่คำตอบถึงการพาสเจอร์ไรส์เซชั่น ระบบความร้อน

ทำลายเชื้อโรค

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

3.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมที่ สืบค้นเรื่องนมจากเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.2.2 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการทำพาสเจอร์ไรส์เซชั่นอย่างง่ายกับนมดิบที่เก็บตัวอย่างมาจากโรงโคนมสวนจิตรลดา

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลองที่นักเรียนออกแบบเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งขึ้น

3.3.2 ร่วมกันระดมความคิดในกลุ่มในการที่จะนำเสนอผลงานของกลุ่มตน

3.4 ขั้นขยายความรู้

3.4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอด้วยวาจาในการออกแบบการทดลองของกลุ่มตน

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 นักเรียนทำใบประเมินทักษะการทำงานร่วมกัน

3.5.2 ครูและเพื่อนนักเรียนประเมินการนำเสนอผลการรายงานด้วยวาจา

3.5.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม

4. การวัดและประเมินผล

4.1 ประเมินโดยใช้แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มในการทำกิจกรรมการแปลงสภาพโปรตีนและช่วยกันคิดช่วยกันออกแบบการทดลอง

4.2 การรายงานผลการทดลองของกลุ่มหน้าชั้นเรียนโดยใช้แบบประเมินการรายงานผลงานกลุ่มด้วยวาจา

4.3 การตอบคำถามในใบงานที่นักเรียนแต่ละคนทำ

5. สื่อการสอน/แหล่งการเรียนรู้

5.1 กิจกรรม การแปลงสภาพโปรตีนพร้อมอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

5.2 กิจกรรม ช่วยกันคิดช่วยกันออกแบบการทดลองและ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองการทำพาสเจอร์ไรส์เซชั่นอย่างง่าย

5.3 เอกสารหน่วยการเรียนที่5

5.4 แบบประเมินการรายงานผลงานกลุ่มด้วยวาจา

5.5 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน

6. ผลการสอนและการประเมิน

เอกสารหลักสูตร ปีการศึกษา 2547

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนรหัสวิชา

หน่วยการเรียนรู้เรื่องจากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร

ชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 4 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถนำเสนองานทางวิทยาศาสตร์ (science communication) เรื่อง การผลิตครบวงจร ส่วนการผลิตนม (แบ่งตามความสนใจของกลุ่มจากการไปทัศนศึกษา)

1.2 นักเรียนสามารถสืบค้น และสืบเสาะหาความรู้ในสิ่งที่ตนสนใจและนำเสนอให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจในสิ่งที่นำเสนอ

2. สาระการเรียนรู้

ส่วนการผลิตนม โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

- โรงโคนม สวนจิตรลดา การผลิตแก๊สชีวภาพ
- ศูนย์รวมนม นมสดพาสเจอร์ไรส์ นมยูเอชที
- กระบวนการผลิต โรงนมผง โรงนมเม็ด โรงน้ำกลั่น โรงเนยแข็ง

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูกล่าวนำการนำเสนอผลงานของกลุ่มนักเรียน

3.2 ขั้นสำรวจค้นหา

3.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันค้นคว้าหาความรู้ที่กลุ่มนักเรียนสนใจจากห้องสมุดและแหล่งเรียนรู้ทาง อินเตอร์เนต

3.2.2 นักเรียนร่วมมือกันเตรียมการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์ (PowerPoint)

3.2.3 นักเรียนร่วมมือกันเตรียมการนำเนอโดยป้ายนิเทศ (poster) ในเรื่องที่กลุ่มนักเรียนสนใจ

3.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่กลุ่มของตนสืบค้นหาความรู้ด้วยวาจาประกอบกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกลุ่มละ 10 นาที

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.3.1 นักเรียนที่ฟังการนำเสนอบันทึกและสรุปสาระสำคัญและสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้รับจากการนำเสนอ

3.4 ขั้นขยายความรู้

3.4.1 นักเรียนที่ฟังการนำเสนอร่วมกันซักถามหลังจากการนำเสนอในแต่ละกลุ่มเสร็จสิ้นกลุ่มละ5นาที

3.4.2 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงสาระสำคัญที่กลุ่มนั้นๆ ได้นำเสนอ

3.5 ขั้นประเมิน

3.5.1 นักเรียนและครูประเมินการนำเสนอโดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มที่แต่ละกลุ่มสืบค้นศึกษามา

3.5.2 ครูและนักเรียนประเมินป้ายนิเทศของแต่ละกลุ่มโดยใช้แบบประเมินการนำเสนอด้วยป้ายนิเทศ (poster)

4. การวัดและประเมินผล

4.1 ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มด้วยการนำเสนอหน้าชั้นโดยแบบประเมินการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (science communication) ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

4.2 ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มจากป้ายนิเทศ (Poster)โดยแบบประเมินการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (science communication) ด้วยป้ายนิเทศ

5. สื่อการสอน/แหล่งการเรียนรู้

5.1 อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น คอมพิวเตอร์ LCD projecter

5.2 เอกสารหน่วยที่ 6

5.3 ป้ายนิเทศ (Poster) ของแต่ละกลุ่ม

5.4 แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มและแบบประเมินการนำเสนอโดยป้ายนิเทศ (Poster)

6. ผลการสอนและการประเมิน

Appendix 4

Units of learning

หน่วยที่ 1
ทัศนาการผลิตนมครบวงจร

ส่งเสริมความรอบรู้

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เป็นโครงการที่เกิดขึ้นจากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชเนื่องจาก ทรงเป็นห่วงพสกนิกรชาวไทย ทรงปรารถนาที่จะได้เห็นทุกคนอยู่ดีมีสุขตามสมควรแก่อัตภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกร จากการเสด็จพระราชดำเนินแปรพระราชฐานไปในจังหวัดต่างๆ ทรงพบความเดือดร้อนและปัญหามากมาย และโดยที่เกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของประเทศ จึงทรงมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเกษตรของไทยให้เจริญก้าวหน้าซึ่งทำให้เกิดเป็น "โครงการส่วนพระองค์เกี่ยวกับการเกษตร สวนจิตรลดา" ขึ้นภายในบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน พระราชวังดุสิต อันเป็นที่ประทับเพื่อศึกษางานทางด้านการเกษตรต่างๆ สำหรับวิธีแก้ไขปัญหาให้ถูกต้อง เช่นการเลี้ยงโคนม การเลี้ยงปลานิล การปลูกข้าว โรงสีข้าว และอื่นๆ อีกมากมาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาดำเนินงาน มาเป็นแบบอย่างเพื่อการปฏิบัติตามหรือปรับปรุงแก้ไขในอาชีพนั้น นอกจากนี้ยังมีโครงการเพื่อบำบัดความเดือดร้อนเฉพาะหน้าของราษฎรที่ขอพระราชทานพระมหากรุณาช่วยเหลือ ได้แก่ **การตั้งศูนย์รวมนมเพื่อรับซื้อนมสดจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และต่อมาเมื่อเกิดปัญหานมสดล้นตลาด ก็ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้สร้างโรงนมผงขึ้น เพื่อแปรรูปนมสดให้เก็บไว้ได้นาน**

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาดำเนินงานกิจกรรมด้านการเกษตรต่างๆ หลากหลาย มาเป็นเวลานานกว่า 40 ปี มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เป็นโครงการทดลอง ซึ่งเป็นโครงการนำร่อง
2. เป็นโครงการตัวอย่าง
3. เป็นโครงการซึ่งไม่หวังผลตอบแทน

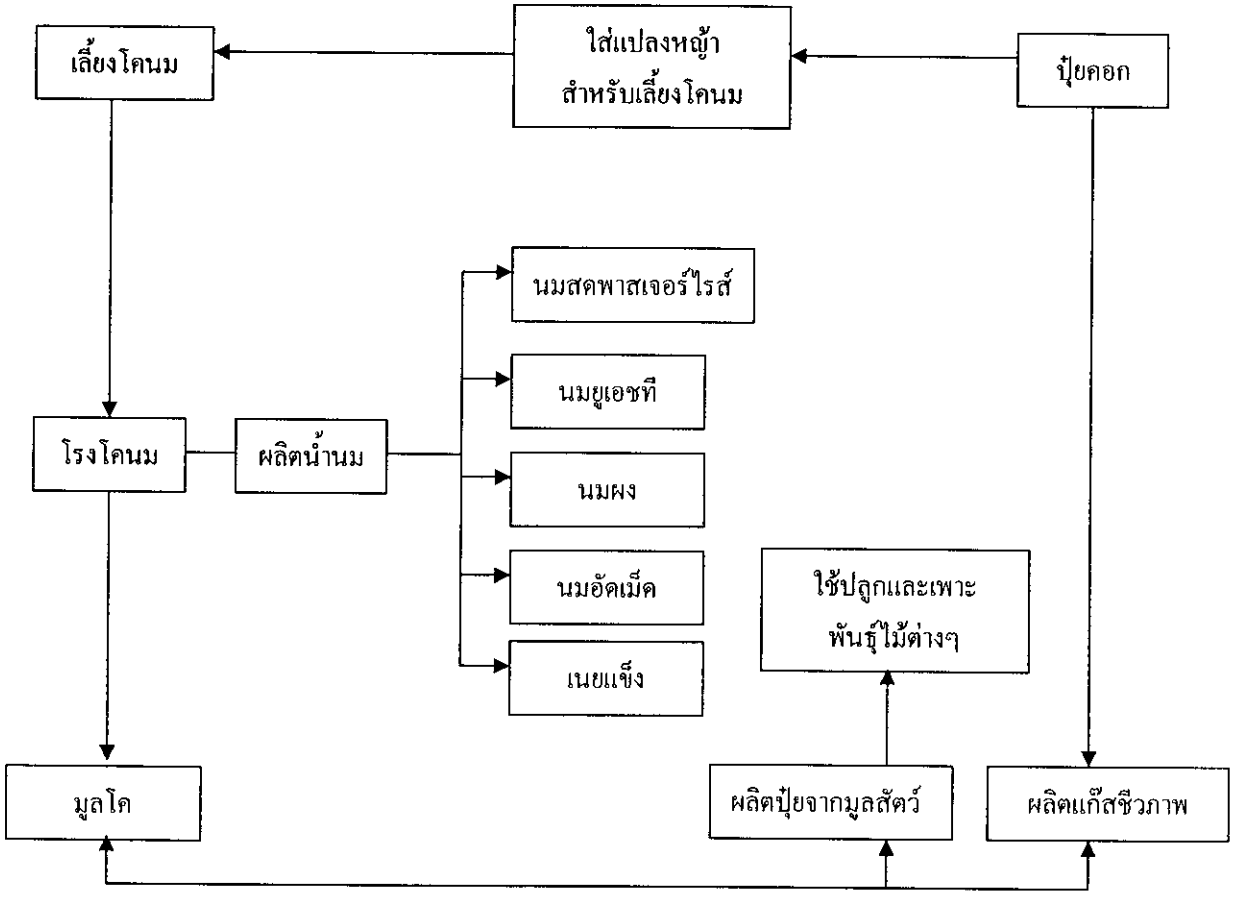
โครงการแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 รูปแบบคือ

1. โครงการแบบไม่ใช่ธุรกิจ เป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการหลายหน่วยงาน เพราะฉะนั้นจึงไม่มีรายรับ รายจ่ายประจำ

2. โครงการแบบกึ่งธุรกิจ เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นมีทั้งรายได้และรายจ่ายแต่ไม่มีการแจกโบนัส ไม่มีการแบ่งผลกำไร แต่นำผลกำไรมาขยายงาน

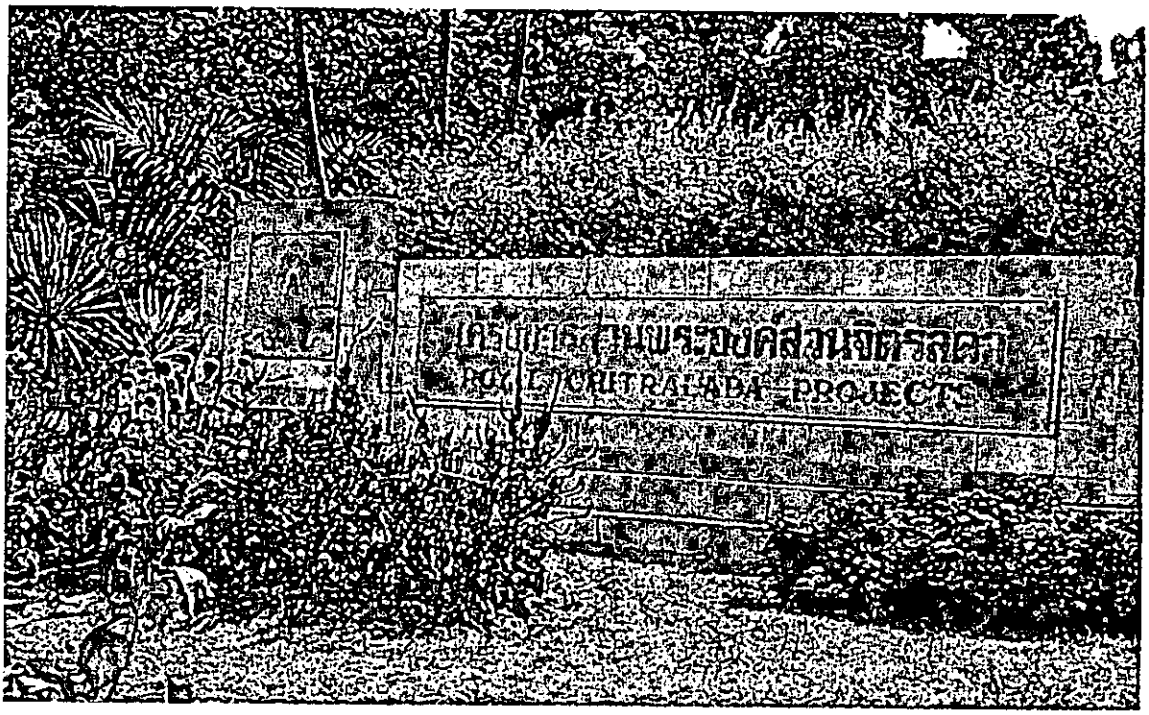
การผลิตครบวงจรส่วนการผลิตนม

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาได้สาธิตถึงวิธีการใช้ปัจจัยทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยแสดงถึงขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำต่อเนื่องกันและสามารถนำวัสดุเหลือใช้ หรือสิ่งที่ได้จากโครงการหนึ่งไปเป็นปัจจัยการผลิตในอีกโครงการหนึ่ง เป็นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า ประหยัดทั้งงบประมาณและเวลาและเป็นการผลิตที่ครบวงจร เช่น ขั้นตอนการผลิตของโรงโคนม โรงนม เป็นต้น



สถานที่

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ตั้งอยู่ในเขตพระราชฐานพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน พระราชวังดุสิต เป็นโครงการที่เกิดขึ้นตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่จะช่วยประชากรของประเทศที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นเกษตรกร



กิจกรรมทัศนศึกษา ส่วนการผลิตนม การผลิตที่ครบวงจร
โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตองค์ประกอบต่างๆ ของแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ส่วนการผลิตนม การผลิตที่ครบวงจร)
2. อธิบายขั้นตอนการผลิตนมที่ครบวงจรหลังจากการทัศนศึกษาได้
3. สามารถใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนให้เกิดประโยชน์ต่อการสืบค้นหาความรู้
4. อธิบายได้ถึงคุณค่าและประโยชน์ของแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

ขอบเขต การทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในครั้งนี้มีขอบเขตของเนื้อหาที่ให้นักเรียนศึกษากลุ่มงานอุตสาหกรรมนม การผลิตครบวงจรส่วนการผลิตนม คือ

1. โรงโคนมสวนจิตรลดา นักเรียนจะได้ศึกษาชนิดและพันธุ์ของโคนม กรรมวิธีในการทำฟาร์มโคนมที่เป็นตัวอย่างต่อเกษตรกร การรีดนมเวลาในการรีด และการทดสอบคุณภาพนมพื้นฐานหลังจากการรีดนมโค รวมไปถึงหน่วยผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลโค
2. ศูนย์รวมนม เป็นศูนย์ที่ใช้รวบรวมรับนมดิบจากโรงโคนมสวนจิตรลดาและรับนมดิบจากสหกรณ์ และฟาร์มโคนมต่างๆ นำมาผลิตเป็นนมพาสเจอไรส์ และยูเอชที เพื่อออกจำหน่าย
3. กระบวนการผลิตนมต่างๆ โรงนมผงสวนดุสิต โรงนมเม็ดสวนดุสิต โรงเนยแข็งสวนจิตรลดา และโรงน้ำดื่ม ห้องควบคุมคุณภาพผลผลิต

ข้อแนะนำในการทัศนศึกษา

1. การบันทึกข้อมูลความรู้ที่ได้ขณะทัศนศึกษา ควรมีความชัดเจน ครอบคลุมขอบเขตของเนื้อหา และถูกต้อง อาจถ่ายรูปหรือวาดภาพประกอบเพื่อแสดงหลักฐาน
2. ควรฝึกการสังเกต และบันทึกความรู้ด้วยวิธีของตน ใช้ทักษะ การอ่าน ฟัง พูด เขียน และคิดวิเคราะห์
3. เปรียบเทียบเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับชีวิตประจำวัน
4. แลกเปลี่ยนความคิดกับสมาชิกในกลุ่ม และแสวงหาความรู้จากวิทยากร
5. แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้พบ ฝึกวิพากษ์วิจารณ์และแสดงความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม

6. รู้จักสำรวจตนเองว่ามีความรู้เรื่องใดเป็นพิเศษ เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาความสามารถ ความถนัดของตนสำหรับเป็นแนวทางการศึกษาต่อ ตลอดจนการใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข รวมไปถึงการช่วยเหลือสังคมส่วนรวม

ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

สิ่งที่มอบหมาย

1. ทำใบงานการทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสำรวจว่ามีเรื่องใดในส่วนการผลิตนมที่โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่น่าสนใจและอยากจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมให้ได้ข้อมูลความรู้ที่ชัดเจนและสามารถนำมาขยายผลให้เพื่อนร่วมห้องและเพื่อนนักเรียนชั้นอื่นๆได้รับความรู้ที่น่าสนใจนั้นด้วยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำกิจกรรมนำเสนอผลงานที่ร่วมกันในกลุ่มศึกษาค้นคว้าโดยดูได้ในหน่วยที่ 6 จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหารโดยนำเสนอด้วยโปรแกรม PowerPoint และทำป้ายนิเทศ (Poster)

ใบงานการทัศนศึกษาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

1. โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาตั้งอยู่ที่ใด .....
.....
.....
2. โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดามีวัตถุประสงค์อย่างไร .....
.....
.....
3. โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา แบ่งเป็นกี่รูปแบบอะไรบ้าง .....
.....
.....
4. โรงโคนมสวนจิตรลดาเป็นโครงการรูปแบบใด .....
.....
.....
5. โรงโคนมสวนจิตรลดาเลี้ยงโคนมพันธุ์ใด .....
.....
.....
6. วิธีรีดนมที่โรงโคนมสวนจิตรลดาทำอย่างไร .....
.....
7. ใช้อาหารอะไรที่เลี้ยงโคนม .....
.....
.....
8. นอกจากผลิตภัณฑ์นมแล้วโคนมให้ประโยชน์อะไรได้อีก .....
.....
.....
9. มีผลิตภัณฑ์ใดในศูนย์รวมนมบ้าง .....
.....
.....
10. สิ่งที่นักเรียนประทับใจที่สุดจากการที่ได้มาทัศนศึกษาคือ .....
.....
.....

อย่าลืมนะ !!!!!! สิ่งที่มอบหมาย

หน่วยที่ 2
นมอาหารสิ่งแรกของชีวิต

ส่งเสริมความรอบรู้

นม

นมเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยแร่ธาตุอาหารครบทุกหมู่ คือ โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลนมหรือแล็กโทส (lactose) และโปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (casein) จะพบในธรรมชาติ คือ พบในน้ำนมเท่านั้น นมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาร่างกายและสมองของเด็ก และเยาวชน

มีอะไรในนม?

นมมีส่วนประกอบดังนี้

1. น้ำ เป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลาย ทำให้สะดวกในการบริโภค โดยเฉพาะเด็กอ่อนหรือทารกที่ยังไม่มีฟันเคี้ยวอาหาร

2. ไขมัน ตามปกติเรียกไขมันจากน้ำนมว่า มันเนย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญทางโภชนาการและเศรษฐกิจ ให้พลังงาน ตลอดจนสารอาหารและวิตามินเอ ดี อี และเค นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายน้ำนมดิบ เพราะสามารถนำไปใช้อุตสาหกรรมนมได้ นมให้ไขมันเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับขนมปัง นมผงถั่วเหลือง หรือเนื้อ การดื่มนมจึงไม่ทำให้อ้วน นอกจากนั้นในไขมันที่ได้จากนมยังพบ CLA หรือ conjugated linoleic acid ซึ่งเป็นสารที่ต่อต้านมะเร็ง (anticarcinogen) เป็นไขมันที่มีประโยชน์อย่างมากที่เด็กและผู้ใหญ่ควรได้รับ

3. โปรตีน ในน้ำนมเกือบทั้งหมดประกอบด้วยสารอาหารโปรตีน ที่เรียกว่า เคซีน (casein) โกลบุลิน (globulin) อัลบูมิน (albumin) ในปริมาณค่อนข้างสูง และมีกรดอะมิโน (amio acid) อยู่ 19 ชนิด ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด และกระดูก นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ชนิดต่างๆ อีกด้วย

4. สารประกอบที่มีไนโตรเจน ตามปกตินมจะมีแร่ธาตุไนโตรเจนอยู่ประมาณร้อยละ 0.5

5. แล็กโทส เมื่อถูกย่อยแล้วจะกลายเป็นกลูโคส (glucose) และกาแล็กโทส (galactose) น้ำตาลกาแล็กโทสนี้เป็นส่วนประกอบของซีรีโบรไซด์ (cerebroside) ซึ่งพบมากในเยื่อหุ้มสมองและเยื้อหุ้มประสาท ดังนั้นทารกและเด็กจึงมีความต้องการแล็กโทสเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของสมอง

6. วิตามิน ในนมมีวิตามินเอ บี 1 (ไทอามีน-thiamine) บี 2 บีรวม บี 6 บี 12 ซี ดี และดี 3 ซึ่งช่วยป้องกันโรคลักปิดลักเปิด อัมพาต โรคผิวหนัง โรคลำไส้ โรคฟันผุ เป็นต้น

7. แร่ธาตุในน้ำนม มีลักษณะเป็นเถ้า ประกอบด้วยโพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ ซิเทรต เหล็ก ทองแดง และไอโอดีน

มาศึกษาลักษณะของนมกัน

ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมที่ควรศึกษา แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. สี กลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์นม

สีของน้ำนมสามารถบอกคุณภาพของน้ำนมได้ โดยปกติน้ำนมที่มีคุณภาพดีจะมีสีขาวเพราะมีเคซีนเป็นองค์ประกอบ ถ้าเป็นฤดูที่แม่โคได้รับหญ้าสดมากๆ สีของน้ำนมจะมีสีเหลืองอ่อนเพราะมีสารแคโรทีนเป็นองค์ประกอบอยู่ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำนม เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ฯลฯ เป็นส่วนที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำนม ทำให้เราสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำนมได้ กล่าวคือถ้าองค์ประกอบต่างๆ ข้างต้นลดลงจะทำให้น้ำนมมีสีขาวอมฟ้า

กลิ่นของน้ำนมสามารถบอกคุณภาพของน้ำนมได้ เช่น ถ้าเป็นน้ำนมดิบที่รีดจากแม่วัวใหม่ๆ จะมีกลิ่นหอมซึ่งบ่งบอกถึงความสดของน้ำนม ส่วนนมที่ผ่านความร้อน กลิ่นหอมของนมสดจะระเหยไป เหลือแต่กลิ่นนมสุก ถ้านมเสื่อมคุณภาพกลิ่นของน้ำนมจะมีกลิ่นเหม็นบูด แสดงว่าน้ำนมนั้นเสีย

รสของน้ำนม ปกติน้ำนมตามธรรมชาติจะมีรสหวานเพราะมีน้ำตาลแลกโทส เป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 4.9% แต่อาจพบรสชาติของน้ำนมแตกต่างไปจากปกติได้ เช่น

- รสเค็ม เพราะมีเกลือคลอไรด์ ปนอยู่ในน้ำนม
- รสขม เพราะมีแบคทีเรียประเภทที่ทนความร้อนปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยโปรตีน บางส่วน เป็นเปปโตน ส่วนมากจะพบนมรสขมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์
- รสเปรี้ยว เพราะแบคทีเรียบางชนิดในน้ำนมเปลี่ยนน้ำตาลแลกโทสให้เป็นกรดแลกติก

2. ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.027-1.035 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.032) ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งในน้ำนม การทราบความถ่วงจำเพาะของน้ำนมที่แน่นอนจะใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบการปลอมปนของน้ำนม

3. จุดเยือกแข็ง

ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมอยู่ระหว่าง -0.520 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งเท่ากับ -0.525 องศาเซลเซียส) ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก

ยกเว้นถ้ามีการเติมน้ำลงไปในน้ำนม ดังนั้นการวัดค่าจุดเยือกแข็งสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณน้ำที่เติมลงไปในน้ำนม จุดเยือกแข็งของน้ำนมขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุลของของแข็งที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลอไรด์และน้ำตาลแลกโตส

4. จุดเดือด

จุดเดือดของน้ำนมใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ คือประมาณ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากในน้ำนมมีของแข็งหลายชนิดที่ทำให้จุดเดือดของน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อนำน้ำนมมาต้มให้เดือดจะมีฝ้าลอยบนผิวหน้า ซึ่งเกิดจากการจับตัวของเคซีนและแคลเซียม โดยมีไขมันปนอยู่ จึงสามารถตรวจสอบความสดของน้ำนมโดยการต้มน้ำนมให้เดือด แล้วดูการจับตัวเป็นฝ้า ในกรณีที่น้ำนมเริ่มเสียจะมีความเป็นกรดสูง เมื่อต้มให้เดือดจะมีการจับตัวเป็นฝ้าหนามากวิธีการตรวจสอบนี้เรียกว่า คลอท ออน บอย เทส (Clot On Boil Test)

5. ความหนืด

ความหนืดคือความต้านทานต่อการไหลของของเหลว ความหนืดมีผลต่อลักษณะของเนื้อนมและความรู้สึกเมื่อดื่ม ความหนืดของน้ำนมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของของแข็งในน้ำนม โดยเฉพาะโปรตีนจะมีผลกระทบต่อความหนืดมาก

6. ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของน้ำนมสามารถวัดได้โดยการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยปกติน้ำนมจะมีค่า pH อยู่ระหว่า 6.3 – 6.9 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6) สามารถใช้ค่า ความเป็นกรด-เบส บอกคุณภาพของน้ำนมได้ กล่าวคือถ้าเป็นนมเสียเนื่องจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรดจะสูงขึ้น

นม สารชีวโมเลกุลประเภทโปรตีน

นมเป็นสารชีวโมเลกุลประเภทโปรตีน โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกายเช่นเดียวกับไขมันและคาร์โบไฮเดรท โปรตีนเป็นส่วนที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในเซลของสิ่งมีชีวิต โปรตีนมีหลายชนิดทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น เคซีนเป็นโปรตีนในน้ำนม มีธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นอาหารที่มีคุณค่ามากสำหรับทารก โปรตีนคอลลาเจนเป็นส่วนของเอ็นที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว และฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆของร่างกายเป็นต้น

โปรตีนประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) เป็นหลักและอาจมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ โปรตีนมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนมากกว่าไขมัน และคาร์โบไฮเดรท

โปรตีนมีหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญคือ หมู่คาร์บอกซิล (-COOH) และหมู่อะมิโน ($-NH_2$) โดยที่หน่วยเล็กที่สุดของโปรตีนคือกรดอะมิโน (amino acid) กรดอะมิโนหลายๆ โมเลกุลจะมา

รวมตัวกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide bond) กลายเป็นโมเลกุลของโปรตีน กรดอะมิโน คือ สารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) และหมู่อะมิโน (-NH_2) รวมอยู่ในโมเลกุลเดียวกัน

การที่โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากยึดติดกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งภายในโมเลกุลอาจจะเกิดพันธะไฮโดรเจนซึ่งกันและกันทำให้โมเลกุลมีลักษณะเป็นเกลียว เป็นแผ่น มีการขดม้วนตัวด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ พันธะไฮโดรเจนทำให้เกิดโครงสร้างสามมิติแบบต่างๆ โครงสร้างนี้อาจเปลี่ยนแปลงไป เพราะแรงดังกล่าวถูกทำลาย เช่นการคลายเกลียวของโปรตีน การที่โครงสร้างถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงไป เรียกว่า**การเสียสภาพโปรตีน**

ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้โปรตีนเสียสภาพได้แก่ ความร้อน กรด เบส เอทานอล รังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตร้าไวโอเล็ต และไอออนของโลหะหนัก เช่นการที่โปรตีนที่ถูกเติมกรดลงไป เกิดการตกตะกอนหรือการจับตัวกันเป็นก้อนซึ่งไม่ละลายน้ำ

การเสียสภาพโปรตีนด้วยไอออนของโลหะเงิน ปรอท และตะกั่วนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้พิษให้กับคนที่กินสารพิษ เช่น ตะกั่ว สารหนู หรือปรอทได้ โดยให้กินไข่ขาวดิบ หรือนมสดเพื่อให้เกิดปฏิกิริยากับไอออนของโลหะเกิดเป็นตะกอน แล้วทำให้ผู้ป่วยอาเจียนออกมา

กิจกรรม
การเสียสภาพโปรตีน

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและบันทึกลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อใส่ สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท
2. อธิบายได้ว่าโปรตีนมีคุณสมบัติที่จะทำให้เกิดการเสียสภาพโปรตีนได้
3. อธิบายตัวอย่างของการเสียสภาพโปรตีนได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 3 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์	รสหวาน	1 ขวด
1.2 นมสดชนิดพาสเจอรไรส์	รสจืด	1 ขวด
1.3 นมชนิดยูเอชที	รสจืด	1 ขวด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง	จำนวน	3 หลอด
3. หลอดหยด	จำนวน	2 อัน
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง	จำนวน	1 ขวด
5. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท	จำนวน	1 ขวด
6. หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน	3 อัน

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ในการทดลองสำหรับนักเรียน 1 กลุ่ม

วิธีทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. เปิดผลิตภัณฑ์นมทั้งสามชนิดแล้วใช้หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่หลอดทดลองขนาดกลางหลอดละ 5 มิลลิลิตร 3 หลอดทำเครื่องหมายผลิตภัณฑ์นมที่หลอด สังเกตและบันทึกลักษณะของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
3. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ลงในหลอดทุกหลอดหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร สังเกตและบันทึกลักษณะ
4. ทำข้อ 1-2 อีกหนึ่งครั้ง
5. ใส่สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท ลงในหลอดทั้ง 3 หลอดโดยใช้หลอดหยด หลอดละ 10 หยดสังเกตและบันทึกลักษณะ
6. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้ว ให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 นาที

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง .....

วัน/เดือน/ปี ..... **กลุ่ม** .....

ชื่อผู้ทดลอง

1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

3. .....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น .....

.....

ตัวแปรตาม .....

.....

ตัวแปรควบคุม .....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพ		
	ก่อนใส่สารใดใด	กรดไฮโรคลอริก	ซิลเวอร์ไนเตรท
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
2. นมสดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3. นมชนิดยูเอชที รสจืด			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อน้ำนมโดนสารเคมีที่ใช้ในการทดลองจะมีสภาพเป็นอย่างไร

.....

.....

2. ลักษณะโมเลกุลของโปรตีนโดยปกติมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

3. รูปร่างลักษณะโมเลกุลของโปรตีนอาจถูกทำลายได้ซึ่งทำให้สภาพของโปรตีนเปลี่ยนไปสิ่งที่เป็นสาเหตุนั้นคืออะไรได้บ้าง

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างการเสียสภาพโปรตีนอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน

.....

.....

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการเสียสภาพโปรตีนมีอะไรบ้าง

.....

.....

6. จงบอกประโยชน์ในเรื่องการเสียสภาพโปรตีนที่นำมาใช้ประโยชน์กับมนุษย์ได้แก่

.....

.....

.....

กิจกรรม
ตรวจลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม
จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายได้
2. เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
3. เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 2 ชนิด ได้แก่			
1.1 นมสดชนิดพาสเจอรไรส์	รสจืด	1	ขวด
1.2 นมชนิดยูเอชที	รสจืด	1	กล่อง
2. หลอดทดลองขนาดกลาง	จำนวน	6	หลอด
3. หลอดหยด พร้อมจุกยาง	จำนวน	6	อัน
4. หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน	6	อัน
5. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร	จำนวน	6	ใบ
6. เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอท	จำนวน	6	อัน
7. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	จำนวน	1	ตลับ
8. ที่คีบหลอดทดลอง	จำนวน	6	อัน
9. สารละลาย เอทานอล 70%	จำนวน	1	ขวด

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ในการทดลองสำหรับนักเรียน 1 กลุ่ม

วิธีทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์รสจืดและนมชนิดยูเอชที รสจืด

2. ติดฉลากแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่าง ๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่หลอดทดลอง
ขนาดกลางทุกหลอด

3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ (4-8^{o}C) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25-30^{o}C) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง (50-55^{o}C) 1 วัน

4. ใช้สำลีชุบสารละลาย 70% เอทานอลทำความสะอาดกล่องผลิตภัณฑ์นมทั้ง 2 ชนิด เขย่าผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากันและเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด

5. ตัดกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 6 ชิ้น

6. เขย่าผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด และใช้หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง หลอดละ 5 มิลลิลิตร สังเกตและบันทึกลักษณะสี กลิ่นของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด

7. วัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้หลอดหยดดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดจากหลอดทดลองชนิดละ 1 หยด มาหยดบนกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ โดยเปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน

8. หาจุดเดือดของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด โดยนำผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดที่เหลือในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอดไปต้มในน้ำเดือด

9. ใส่เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทในหลอดทดลอง สังเกตและบันทึกตัวเลขที่หยุดนิ่งจากเทอร์โมมิเตอร์เป็นเวลา 5 นาที

10. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้ว ให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 นาที

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง .....

วัน/เดือน/ปี .....**กลุ่ม** .....

ชื่อผู้ทดลอง

1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

3. .....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น .....

.....

ตัวแปรตาม .....

.....

ตัวแปรควบคุม .....

.....

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม			
	สี	กลิ่น	จุดเดือด	pH
1. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด				
1.1 อุณหภูมิต่ำ (4-8 ^{o}C) 1 วัน				
1.2 อุณหภูมิห้อง (25-30 ^{o}C) 1 วัน				
1.3 อุณหภูมิสูง (50-55 ^{o}C) 1 วัน				
2. นมชนิดยูเอชที รสจืด				
2.1 อุณหภูมิต่ำ (4-8 ^{o}C) 1 วัน				
2.2 อุณหภูมิห้อง (25-30 ^{o}C) 1 วัน				
2.3 อุณหภูมิสูง (50-55 ^{o}C) 1 วัน				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การเก็บผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์และนมชนิดยูเอชที ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (4-8 ^{o}C) และที่อุณหภูมิสูง (50-55 ^{o}C) จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด-เบส (pH) ต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใด การเก็บผลิตภัณฑ์นมชนิดพาสเจอร์ไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิสูง จึงมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน?

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบาย ความแตกต่างระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แบบพาสเจอร์ไรส์ (Prateurization) และ สเตอริไลส์ (Sterilization)?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมให้อยู่ได้เป็นระยะเวลานาน เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น นมพร่องมันเนย ซึ่งมีจำหน่ายในท้องถิ่น นักเรียนควรจะตรวจสอบอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยที่ 3
โคนมสัตว์ที่มีคุณ

ส่งเสริมความรอบรู้

โรงโคนมสวนจิตรลดา

โรงโคนมสวนจิตรลดาเป็นโครงการที่อยู่ในกลุ่มงานอุตสาหกรรมนมและเป็นโครงการแบบกึ่งธุรกิจ การเปิดโรงโคนมสวนจิตรลดามีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่การเลี้ยงโคนม โดยการสาธิตการดำเนินงานให้เป็นตัวอย่างแก่เกษตรกรเพื่อสามารถนำวิธีการดังกล่าวไปดำเนินการเองได้ภายในครอบครัว
2. เพื่อศึกษาค้นคว้า ทดลองหาวิชาการแผนใหม่เกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมและทำการเผยแพร่ความรู้ไปยังเกษตรกร เพื่อปรับปรุงวิธีการให้ถูกต้องและเหมาะสม
3. เพื่อทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธ์โคนมที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและ๓มิประเทศของประเทศไทย
4. เพื่อส่งเสริมให้มีการบริโภคนมสดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

เมื่อวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2505 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดโรงโคนมสวนจิตรลดา ซึ่งทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้สร้างขึ้นภายในเขตพระราชฐานสวนจิตรลดา โดยพระราชทานทรัพย์ส่วนพระองค์อันเป็นผลกำไรจากการจัดพิมพ์ และจำหน่ายหนังสือ "หลักวิชาการดนตรี" ซึ่งพระเจนดุริยางค์ได้ทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายลิขสิทธิ์เพื่อใช้ดำเนินการจัดสร้าง

โคนมที่โรงโคนมสวนจิตรลดา

โรงโคนมสวนจิตรลดาเมื่อแรกเริ่ม ได้เลี้ยงโคนม 6 ตัว เป็นพันธ์ "เรดเดน" ซึ่งนายสุริยน ไรยวา ในนามของบริษัท เอส.อาร์. จำกัด ได้น้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวาย 4 ตัว (ในจำนวนนี้เป็นโคสาวตั้งท้อง 2 ตัว ลูกโคเพศเมีย 1 ตัว และลูกโคเพศผู้ 1 ตัว) กรมปศุสัตว์น้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวาย โคสาวตั้งท้อง 2 ตัวคือพันธุ์ "บราวน์สวิส" และลูกผสม "เรดซินดี้" ซึ่งต่อมาโคสาวที่ตั้งท้องได้ตกลูก จึงเริ่มทำการรีดนมแต่นั้นมา โดยน้ำนมที่เหลือจากการแบ่งให้ลูกโคกิน นำไปจำหน่ายแก่ข้าราชบริพารภายในสวนจิตรลดา ในราคา 1.50 บาท ต่อ 8 ออนซ์ เมื่อมีจำนวนโคนมมากขึ้น ทั้งจากแม่โคซึ่งให้ลูกทุกปี และมีผู้น้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวายสมทบ ทำให้สามารถผลิตน้ำนมสดออกจำหน่ายแก่บุคคลภายนอก และโรงเรียนต่างๆ ในละแวกใกล้เคียงได้ เมื่อมีกำไรสะสมมากขึ้น จึงได้ขยายงานออกไปเป็นลำดับ ทั้งในด้านการผลิตน้ำนม คุณภาพนมดิบ และการส่งเสริมอาชีพแก่เกษตรกร

เพื่อเป็นการสาธิตและเป็นตัวอย่าง โรงโคนมสวนจิตรลดา จึงได้เลี้ยงโคนมทั้งฝูงไม่เกิน 40 ตัว โคส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสม โฮลสไตน์-ฟรีส์เซี่ยน (Holstein-Friesian)

โคที่เลี้ยงได้มาจากสองทางคือ จากลูกโคที่เกิดขึ้นเองในโรงโคนม โดยวิธีการผสมเทียมใช้น้ำเชื้อแช่แข็ง โฮลสไตน์-ฟรีส์เซี่ยน 100 เปอร์เซ็นต์ และจากสถาบันหน่วยงานราชการหรือเอกชนน้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวาย สำหรับโคเพศผู้เมื่อหย่านมแล้วจะคัดเป็นโคพระราชทานแก่เกษตรกร

มารู้จักพันธุ์โคนมกัน

โคเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammal) อยู่ในตระกูล Bovodae ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ เป็นสัตว์กระเพาะรวม มีกีบคู่ มีเขากลวงและเคี้ยวเอื้อง พันธุ์โคนมที่นิยมเลี้ยงกันอยู่ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

โคยุโรป (Bos taurus) มีถิ่นกำเนิดจากทวีปเอเชียกลาง เป็นสัตว์เลี้ยงใช้ประโยชน์และได้รับการเลี้ยงดูคัดเลือกมาเป็นเวลานานแล้ว ชอบอยู่ในอากาศที่ค่อนข้างเย็นสบาย แต่ในปัจจุบันได้แพร่ขยายไปทั่วโลก โดยเฉพาะท้องถิ่นที่มีอากาศเหมาะสม เป็นโคที่ไม่มีตะโหนก มีแนวหลังตรง ถ้าเลี้ยงดูอย่างดีจะให้ผลผลิตสูงเช่น ให้นมได้มากและให้เนื้อคุณภาพดีจำนวนมาก เนื่องจากเป็นโคที่มีความเป็นอยู่อย่างสัตว์บ้านมานานอยู่ในยุโรป ดังนั้นเมื่อนำบางพันธุ์มาเลี้ยงในประเทศร้อน โคยุโรปบางพันธุ์จึงไม่สบายและให้ผลผลิตลดลง

โคอินเดีย (Bos indicus) มีถิ่นกำเนิดจากทวีปเอเชียตะวันออก โดยเฉพาะจากประเทศอินเดียและประเทศปากีสถาน ซึ่งมีหลายพันธุ์และมีรูปลักษณะแตกต่างกันไป เช่น โคทางภาคใต้ของไทยมีรูปร่างใกล้ไปทางโคอินเดีย แต่โคทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยจะมีลักษณะไม่มีตะโหนกใหญ่ เหนียงคอและหนังพื้นท้องจะไม่หย่อนยาน เป็นต้น โคเหล่านี้ถูกเลี้ยงไว้ใช้ทำงาน รูปร่างจึงเป็นโคใช้งาน ความสามารถในทางให้นมและให้เนื้อจึงค่อนข้างต่ำมาก แต่สามารถทนความร้อนและโรคหลายอย่างของประเทศเขตร้อนได้ดีเป็นพิเศษ
โคยุโรปและโคอินเดียเป็นโคต่างเผ่าพันธุ์ที่มีผู้เลี้ยงกันมากทั่วโลกโดยจะเป็นโคยุโรปประมาณร้อยละ 40 และโคอินเดียประมาณร้อยละ 60 ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันชัดเจน และมีคุณสมบัติแตกต่างกันมากด้วย

โคพันธุ์บราว์นสวิส เป็นโคนมขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ใช้ทั้งทำงาน ให้เนื้อ และรีดนม ดังนั้นรูปร่างจึงเป็นโคกึ่งเนื้อและกึ่งนม ต่อมาโคพันธุ์นี้ ได้รับการผสมบำรุงพันธุ์ในประเทศสหรัฐอเมริกาให้เป็นโคนมโดยเฉพาะจึงมีลักษณะบอบบางขึ้น สามารถให้นมได้ดีขึ้นด้วย ลำตัวมีโครงร่างใหญ่ กระดูกใหญ่ บางทีมองดูเก้งก้างขายาว ลักษณะโดยทั่วไปไม่เรียบกลมกลึงเหมือนพันธุ์อื่น ลำตัวสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้มและมีสีดำตามแนวหลังและแถบบนของหัว ขนรอบจมูกมีสีขาว โตเต็มที่ช้า เริ่มผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ 24 เดือน ตัวโตเต็มที่หนัก 800 – 900 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 500 – 600 กิโลกรัม อายุการทำประโยชน์นานกว่าพันธุ์อื่นๆ ลูกโคมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตัวเมียอุ้มท้องนานประมาณ 288 วัน ให้นมเฉลี่ยประมาณปีละ 4500 กิโลกรัม ไขมันในนมประมาณร้อยละ 4 น้ำนมมีสีขาวเหมาะสำหรับการบริโภคสดและทำเนยแข็ง

นอกจากคุณสมบัติที่ดีในการให้นมและไขมันนมอยู่ในเกณฑ์สูงแล้ว โคพันธุ์นี้ยังทนทานต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าโคนมพันธุ์ยุโรปอื่นๆ โดยเฉพาะทนทานได้ดีในอากาศของเมืองไทย มีความสามารถแทะเล็มหญ้าได้ดี คุณสมบัติดีจากการเป็นโคกึ่งนมและมีขนาดใหญ่ เมื่อเลิกใช้รีดนมแล้วก็ใช้เป็นโคเนื้อได้ดี เจริญเติบโตเร็ว แต่ข้อเสียคือ มีกระดูกใหญ่ในการใช้เป็นโคเนื้อ

โคพันธุ์โฮลสไตน์ "ราชินีแห่งโคนม" เป็นชื่อเสียงของพันธุ์นี้ เพราะเป็นโคที่ให้นมมากและเลี้ยงกันแพร่หลายทั่วโลก มีถิ่นกำเนิดในประเทศฮอนแลนด์หรือประเทศเนเธอแลนด์ในปัจจุบัน ต่อมานำมาเลี้ยงในอังกฤษเรียกกันว่า พันธุ์ฟรีเซียน ในสหรัฐอเมริกาเรียกว่า โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian)

โคพันธุ์นี้มีลำตัวสีขาวและดำตัดกันเด็ดขาดเห็นได้ชัดเจน พู่หางและปลายขาทั้งสี่มีสีขาว ตัวผู้เมื่อโตเต็มที่หนัก 800-1000 กิโลกรัม ให้นมปีละ 5000 กิโลกรัม ฝูงโคที่ดีจะให้นมเฉลี่ยปีละ 8000 กิโลกรัม นับว่ายอดกว่าโคพันธุ์ใดๆ แต่มีไขมันนมเพียงร้อยละ 3 – 3.7 เหมาะสำหรับใช้ดื่ม โคสาวควรผสมเมื่ออายุประมาณ 18-20 เดือน เพื่อให้คลอดลูกอายุประมาณ 2 ปีครึ่ง โคคลอกลูกตัวแรกแล้วจะเติบโตไปเรื่อยๆ การเจริญเติบโตเร็วพอใช้

เนื่องจากโคนมพันธุ์นี้เหมาะสำหรับเลี้ยงในประเทศหนาวเย็น ถ้าอุณหภูมิร้อนเกินกว่า 21 องศาเซลเซียส โคเริ่มไม่สบายคือ กินอาหารลดลงให้นมน้อยลง แต่คุณสมบัติการให้นมได้เหนือกว่าพันธุ์อื่น ผู้เลี้ยงโคในประเทศร้อนจึงยังพอใจนำมาผสมกับโคพื้นเมือง ปรากฏว่าโคลูกผสมทนทานอากาศร้อนและให้นมได้ดี ในประเทศไทยมีเลือดของโคพันธุ์นี้แพร่หลายไปทั่ว มีผลให้การให้นมของโคนมที่เลี้ยงอยู่ดีขึ้นเป็นอันมาก

สำหรับโรงโคนมสวนจิตรลดาซึ่งเป็นโครงการสาธิตและเป็นตัวอย่าง โคนมส่วนใหญ่เป็นโคนมพันธุ์ลูกผสม โฮลสไตน์ ฟรีเซียน และเลี้ยงทั้งฝูงไม่เกิน 40 ตัว

เนื่องจากโคนมพันธุ์นี้เหมาะสำหรับเลี้ยงในประเทศที่มีอากาศหนาวเย็น ถ้าอุณหภูมิร้อนเกินกว่า 21 องศาเซลเซียส โคเริ่มไม่สบาย คือ กินอาหารลดลงและให้นมน้อยลง แต่คุณสมบัติการให้นมได้เหนือกว่าพันธุ์อื่น ผู้เลี้ยงโคในประเทศร้อนจึงยังพอใจนำมาผสมกับโคพื้นเมือง ปรากฏว่าโคลูกผสมทนทานอากาศร้อนและให้นมได้ดี ในประเทศไทยมีเลือดของโคพันธุ์นี้แพร่หลายไปทั่ว มีผลให้การให้นมของโคนมที่เลี้ยงอยู่ดีขึ้นเป็นอันมาก

โคพันธุ์เจอร์ซี่ โคพันธุ์เจอร์ซี่มีขนาดเล็ก มีกำเนิดบนเกาะเจอร์ซี่ ในช่องแคบอังกฤษ มีชื่อเสียงในทางให้นมที่มีไขมันสูงแต่ให้นมได้ไม่มากเท่าโคขนาดใหญ่ รูปร่างสวยงามตามแบบโคนมที่ดี โดยเฉพาะมีเต้านมที่มีลักษณะสมบูรณ์ จึงนิยมเลี้ยงกันในประเทศที่รีดนมนำมาทำเนย

ลำตัวของโคพันธุ์นี้มีสีแตกต่างกันมาก ส่วนมากมีสีน้ำตาลปนเหลือง ตัวผู้อาจมีสีเหลื่อมดำมากขึ้น ลิ้น จมูก และพู่หางเป็นสีดำ ตัวผู้โตเต็มที่หนักประมาณ 500-600 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 350 – 450 กิโลกรัม โคพันธุ์นี้จะเติบโตเป็นหนุ่มสาวเร็วกว่า

พันธุ์อื่น ถ้าเลี้ยงดูดีจะผสมได้เมื่ออายุประมาณ 15 เดือน และให้ลูกตัวแรกเมื่ออายุ 24 เดือน สามารถให้นมได้ประมาณ 3,000 กิโลกรัมต่อระยะให้นม มีไขมันประมาณร้อยละ 5 ไขมันนมมีสีค่อนข้างเหลืองของแคโรทีน (Carotene) อยู่มาก เหมาะสำหรับแยกครีมไปทำเนย

เนื่องจากเป็นโคขนาดเล็ก ขุนไม่ค่อยอ้วนมาก คุณค่าทางให้เนื้อต่ำกว่าพันธุ์อื่น ดังนั้นเมื่อฆ่าเป็นโคเนื้อไม่มาก นอกจากนั้นเป็นโคที่ทนต่ออากาศร้อนได้ดีพอสมควร คือที่ไม่เกิน 26.7 องศาเซลเซียส จะไม่ได้รับความกระทบเทือนในเรื่องการกินอาหารและการให้นมเลย ประเทศไทยก็สามารถเลี้ยงโคพันธุ์นี้ได้แต่ไม่ได้ผลดีเท่าประเทศหนาว โคลูกผสมกับโคไทยเจริญเติบโตและให้ผลดีพอสมควร

โคพันธุ์เรดเดน โคพันธุ์เรดเดนมีถิ่นกำเนิดในประเทศเดนมาร์ก เป็นโคนมพันธุ์ที่ให้น้ำมนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยที่ค่อนข้างสูงเทียบเท่าโคพันธุ์โฮลสไตน์และบราวน์สวิส คือประมาณปีละ 4,400 กิโลกรัม มีไขมันในนมประมาณร้อยละ 4.2 นิสัยของโคพันธุ์นี้เชื่องและมีอุปนิสัยอารมณ์ดีแบบโคนมทั่วไป ค่อนข้างจะอ้วนง่ายและฟื้นตัวเร็วหลังรีดนม ลำตัวมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตัวเมียโตเต็มที่หนัก 500 กิโลกรัม ทั้งตัวผู้และตัวเมียมีสีเขา ขน และผิวหนังเป็นสีแดงตลอดตัว สีตามตัวมีตั้งแต่สีแดงอ่อนไปจนสีแดงเข้มเหมือนสีมะฮอกกานี ถ้ามีสีขาวตามได้ท้องถือว่าผิดลักษณะพันธุ์หัวค่อนข้างโตและค่อนข้างยาวเมื่อเทียบกับความกว้างของหัว หน้าผากมีลักษณะเป็นก้นจานเพียงเล็กน้อย กระดูกหัวไหล่เห็นได้ชัดบั้นท้ายไม่สม่ำเสมอ โคนหางมักสูงกว่าระดับสันหลัง ซี่โครงค่อนข้างลึกและหน้าอกกว้าง โคพันธุ์นี้มีการนำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยครั้งแรกในปี 2504 ณ ฟาร์มโคนมไทยเดนมาร์ก ส่วนใหญ่ใช้ในการผสมข้ามพันธุ์

โคพันธุ์ซาฮิวาล ถิ่นกำเนิดอยู่ที่คาบสมุทรอินเดียในประเทศปากีสถาน และอินเดีย เป็นโคนมที่เหมาะสมในเขตร้อนซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 42-49 องศาเซลเซียส สามารถทนร้อนได้ดีต้านทานหมัดเห็บต่าง ๆ ได้ โคพันธุ์นี้มีขาสั้น ลำตัวมีสีแดง หรือสีแดงอมเหลือง หรือสีแดงปนน้ำตาลอ่อน หนังหลวมไม่ดึงและยืดหยุ่นได้เพื่อไล่ยุง เหลือบ ริ้น มีขนละเอียด เต้านมโดยทั่วไปจะใหญ่และห้อยย้อยลงมา ให้นมได้เฉลี่ยปีละ 4,500-6,000 กิโลกรัม ไขมันนมร้อยละ 3.7 ตัวผู้หนัก 700 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 400-500 กิโลกรัม เริ่มให้ลูกเมื่ออายุ 36 เดือนขึ้นไป

โคพันธุ์เรดซินดิ ถิ่นกำเนิดดอยู่แถบกลุ่มแม่น้ำสินธุทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดียว เป็นโคที่เลี้ยงในเขตร้อนเพราะสามารถทนร้อนได้ดี ลำตัวมีสีแดงเข้มหรืออาจมีสีแดงอ่อนไปจนกระทั่งเกือบดำ หนังหลวมและหย่อนยาน มีโหนกใหญ่ ลำตัวมีขนาดค่อนข้างเล็ก ตัวผู้หนักประมาณ 500 – 600 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 350 – 400 กิโลกรัม ให้นมได้เฉลี่ยปีละ 2,250 กิโลกรัม แม้ว่า จะให้นมได้น้อยแต่ก็เป็นโคนมแถบร้อนที่นิยมนำมาผสมพันธุ์กับโคพื้นเมืองเพื่อผลิตโคนมลูกผสม และใช้ปรับปรุงพันธุ์โคนมพื้นเมือง

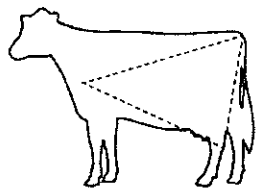
กิจกรรม
โคเนื้อหรือโคนม

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

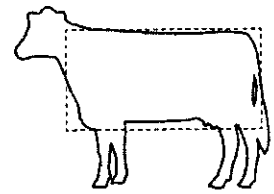
1. แยกรูปร่างลักษณะของโคเนื้อและโคนมโดยใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นเกณฑ์
2. อธิบายถึงชนิดของโคนมได้พอสังเขป

นักเรียนช่วยกันในกลุ่มของตนศึกษาภาพต่อไปนี้พร้อมคำอธิบายใต้ภาพจากนั้นให้นักเรียนวาดเส้นลงบนรูปโคโดยเรียนแบบจากภาพที่ให้เป็นตัวอย่าง

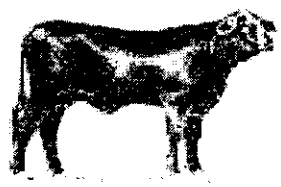
โคนมจะมีรูปร่างคล้ายกับรูป 3 เหลี่ยม ส่วนโคเนื้อจะมีรูปร่างคล้ายกับรูป 4 เหลี่ยม



A dairy cow is shaped like a triangle.



A beef cow is shaped like a rectangle.



Brangus

Jersey

Hereford

Holstein

Charolais

กิจกรรมสืบค้นจากเทคโนโลยีสารสนเทศ

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลได้
2. อธิบายลักษณะโครงสร้างภายในของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้
3. อธิบายได้ว่านอกจากการให้นมแล้ว โคมีประโยชน์อย่างไรได้

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าหาความรู้จาก internet เรื่องสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Ruminant) และประโยชน์ของโค นอกจากให้เนื้อเป็นอาหารและให้นมเพื่อการบริโภคแล้ว บันทึกลงตารางด้านล่างแล้วส่งตัวแทนนำเสนอหน้าห้องเรียน

สัตว์เคี้ยวเอื้อง ช่วยกันทำที่ว่างให้เต็ม

ตารางบันทึกการให้ประโยชน์ของโค

การให้ประโยชน์	ข้อมูลรายละเอียดที่ค้นคว้าได้

หน่วยที่4
ตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะ (Methylene Blue Reduction Test)

ส่งเสริมความรอบรู้

การตรวจคุณภาพน้ำนมดิบ

น้ำนมเป็นสารที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนซึ่งให้ประโยชน์แก่ร่างกาย ในประเทศไทยผู้บริโภคน้ำนมส่วนใหญ่เป็นเด็ก หญิงมีครรภ์และผู้สูงอายุ ดังนั้นการผลิตน้ำนมแปรรูปให้เป็นนมพร้อมดื่มหรือผลิตภัณฑ์นม จึงต้องมีคุณภาพสูงเพราะผู้บริโภคกลุ่มนี้มีความเสี่ยงกับการเป็นโรคได้ง่าย

การสร้างน้ำนมของโคนมเพื่อให้น้ำนมมีคุณภาพสูงนั้น โคนมต้องมีสุขภาพสมบูรณ์ ได้รับหญ้าและอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีประโยชน์ต่อร่างกายของโคนม นอกจากนั้นสิ่งแวดล้อมและคอกที่โคอยู่ต้องสะอาด ถูกสุขอนามัยและที่สำคัญที่สุดในขณะรีดนมตัวผู้รีดเอง ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ต้องสะอาดด้วย เพราะน้ำนมมีคุณสมบัติดูดกลิ่นได้ดี เมื่อมีสิ่งปนเปื้อน จะทำให้คุณภาพของน้ำนมลดลง

การตรวจคุณภาพของน้ำนมดิบ นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการตัดสินราคาน้ำนมแล้ว ยังเป็นการแบ่งระดับคุณภาพน้ำนม แยกน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำไม่ให้ปะปนกับน้ำนมที่มีคุณภาพดีขณะเดียวกันเกษตรกรยังสามารถนำผลการตรวจไปใช้ในการปรับปรุงสุขาภิบาลในคอก ช่วยในการจัดการฟาร์มและป้องกันสภาวะโรคในฝูงโคนม การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบจะทำได้ 2 ระดับ คือการตรวจสอบเบื้องต้นที่ศูนย์รวมน้ำนมขณะรับซื้อและการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ห้องปฏิบัติการ

การตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบ

การตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูหรือ Methelene blue reduction test (MBR test) เป็นวิธีการตรวจสอบแบคทีเรียทางอ้อมที่อาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย เป็นวิธีทดสอบที่สำคัญและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางศูนย์รวมนมและโรงงานรับซื้อนมทั่วไปยึดวิธีนี้เป็นหลัก คือเมื่อเติมสีเมธิลีนบลู ลงไปในน้ำนมดิบจะได้สารละลายที่มีสีน้ำเงินเมื่อแบคทีเรียในน้ำนมดิบเจริญเติบโตจะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำนมดิบนั้น ทำให้ค่าออกซิเดชัน-รีดักชัน โพเทลเชียล (Oxidation – Reduction Potential) ลดลงเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไป สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ดังนั้นถ้ามีแบคทีเรียในน้ำนมดิบปริมาณมากแบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำนมอย่างรวดเร็ว สามารถใช้ระยะเวลาของการเปลี่ยนสีเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำนมดิบได้ กล่าวคือถ้ามีการเปลี่ยนสีเร็วแสดงว่าเป็นน้ำนมดิบที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีแบคทีเรียมาก ถ้ามีการเปลี่ยนสีช้าแสดงว่าน้ำนมดิบนั้นเป็นน้ำนมดิบที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีแบคทีเรียน้อย การตรวจสอบแบคทีเรียวิธีนี้สามารถบอกได้ว่ามีปริมาณแบคทีเรียมากหรือน้อยในน้ำนม แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามี

แบคทีเรียชนิดใดบ้างอยู่ในน้ำนมดิบ สำหรับวิธีการที่สามารถบอกได้ว่ามีแบคทีเรียมากน้อยเพียงใดอยู่ในน้ำนมคือ การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำนมด้วยวิธีการนับโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Direct Microscopic Count)

สีเมธีลีนบลู (C_{16} H_{18} ClN_3 S) คือสารเคมีที่มีลักษณะเป็นผลึกสีเขียวเข้ม สามารถละลายได้ในน้ำแอลกอฮอล์ และคลอโรฟอร์ม แต่ไม่ละลายในอีเทอร์ เมื่ออยู่ในรูปสารละลาย สามารถล้างสีออกได้โดยใช้ผงสังกะสีและกรดซัลฟูริกที่เจือจาง นอกจากนี้ในการเก็บรักษาให้สารละลายสีเมธิลีนบลูอยู่ได้เป็นเวลานาน ควรเก็บสีเมธีลีนบลูในขวดแก้วสีชาที่ปิดสนิท ปราศจากแสง เมื่อทำการทดลองควรเตรียมสารละลายสีเมธิลีนบลูใหม่ทุกครั้ง ประโยชน์ของสารละลายสีเมธิลีนบลูคือเป็นสาร (Reagent) ที่ใช้เป็นส่วนผสมของอินดิเคเตอร์ (Indicator) หลายชนิด เช่น อินดิเคเตอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction Indicator) (Budavari. 1996: 6142)

การตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู ทำให้ทราบคุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำนมดิบว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในน้ำนม จะทำให้สารละลายสีเมธิลีนบลูเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและปริมาณของแบคทีเรีย

มาตรฐานของการตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายสีเมธิลินบลู (Methylene Blue Reduction Test) ขึ้นอยู่เวลาที่สารละลายสีเมธิลีนบลูถูกรีดิวส์หลังจากบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 37°C ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำนมเป็นเกรดดังนี้ (จุฑามาศ เทพชัยศรี. 2542: 63)

- นมที่อยู่ในเกรดเลว (Poor) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดพอใช้ (Fair) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 – 6 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดดี (Good) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 6 – 8 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดดีเลิศ (Excellent) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลามากกว่า 8 ชั่วโมง

กิจกรรมตรวจคุณภาพน้ำนมดิบกันเถอะ

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสาระละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บน้ำนมดิบที่เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่างกันได้
2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บน้ำนมดิบไว้ที่อุณหภูมิต่างกันได้
3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำนมดิบโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างน้ำนมดิบจากโรงโคนมสวนจิตรลดาที่เก็บในอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 1วัน คือ

1.1 น้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	100	ลูกบาศก์เซนติเมตร	
1.2 น้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง	100	ลูกบาศก์เซนติเมตร	
2. สารละลายสีเมธิลีนบลู (Methylene Blue)	จำนวน	1	ขวด
3. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมฝาเกลียว	จำนวน	2	หลอด
4. ที่ใส่หลอดทดลอง	จำนวน	1	อัน
5. หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน	3	อัน
7. เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37^{o}C	จำนวน	1	เครื่อง
8. สารละลาย 70% เอทานอล	จำนวน	1	ขวด

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ในการทดลองสำหรับนักเรียน 1 กลุ่ม

วิธีทดลอง

1. เตรียมน้ำนมดิบทั้งหมด 2 ชนิดคือนมดิบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ (4-8^{o}C) และน้ำนมดิบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30^{o}C)

2. ติดฉลากแสดงชนิดน้ำนมดิบที่เก็บอุณหภูมิต่างกัน ที่หลอดทดลองขนาดกลางทุกหลอด

3. ใช้หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดน้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 9 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลางสองหลอด ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว

4. ใช้หลอดฉีดยาอีกอันหนึ่งขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายสีเมธิลีนบลู 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิต่างกันทั้งสองหลอด ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว

5. เทกลับไปกลับมาอย่างช้าๆ เพื่อให้น้ำนมดิบและสารละลายสีเมธิลีนบลูผสมเข้ากัน

6. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ที่อุณหภูมิ 37^{o}C เป็นเวลา 60 นาที

7. บันทึกการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน ทุกๆ 5 นาที จนครบ 60 นาที แล้วรายงานคุณภาพของน้ำนมเป็นเกรดดังนี้ (ทองยศ อเนกะเวียง. 2529)

- นมที่อยู่ในเกรดเลว (Poor) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดพอใช้ (Fair) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 – 6 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดดี (Good) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 6 – 8 ชั่วโมง
- นมที่อยู่ในเกรดดีเลิศ (Excellent) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลามากกว่า 8 ชั่วโมง

8. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้วให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

วัน/เดือน/ปี ..... **กลุ่ม** .....

ชื่อผู้ทดลอง

1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

3. .....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น .....

.....

ตัวแปรตาม .....

.....

ตัวแปรควบคุม .....

.....

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสี	ลักษณะสีและการเปลี่ยนแปลง	คุณภาพ (Grade) ของน้ำนม
1. น้ำนมดิบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ4-8 ^{o}C 1 วัน			
2. น้ำนมดิบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการตรวจสอบน้ำนมดิบชนิดใดมีแบคทีเรียมากกว่าเพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลินบลูน้ำนมดิบที่เก็บในที่อุณหภูมิต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดอย่างไร เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. มีวิธีใดบ้างที่ใช้ในการทำนมให้ปราศจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคน?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น ไอศกรีม ซึ่งมีจำหน่ายในท้องถิ่น นักเรียนควรจะมีวิธีตรวจสอบอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยที่ 5
นมที่เราสามารถดื่มได้

ส่งเสริมความรอบรู้

ทำอย่างไรนะ? นมจึงดื่มได้

การให้ความร้อนน้ำนม

การให้ความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น แบ่งออกเป็น

1. การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นการให้ความร้อนที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหรือเป็นพิษ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และ ยีสต์ การพาสเจอร์ไรส์เป็นการทำลายจุลินทรีย์ถึง 95 – 99 % ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แบ่งออกเป็น แบบใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน (Low Temperature Long Time, LTLT) และแบบใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (High Temperature Short Time, HTST) หลังจากผ่านความร้อนแล้วต้องทำให้เย็นทันทีเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำนมที่ไม่ได้ถูกทำลายไป กระบวนการพาสเจอร์ไรส์นี้ทำให้น้ำนมและผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีกว่าการสเตอริไรส์ น้ำนมดิบที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ จะมีคุณค่าทางอาหารถ้วนเท่ากับนมดิบ วิตามินบางพวกเท่านั้นที่ถูกทำลาย มักมีการเติมวิตามินดีให้ครบตามที่กำหนด นมชนิดนี้เรียกว่านมสดพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized milk) ต้องเก็บในตู้เย็นมีอายุประมาณ 3 วัน

วิธีการคือ การทำให้อนุภาคของนมทุกอนุภาคผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 140 ฟาเรนไฮต์ (60 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานานอย่างน้อย 30 นาที หรือที่อุณหภูมิ 161 ฟาเรนไฮต์ (71.6 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที ถ้าในกรณีที่ผลิตภัณฑ์นมมีปริมาณไขมันสูง ควรให้ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 150 (65.5 องศาเซลเซียส) ฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 30 นาที หรืออุณหภูมิ 166 ฟาเรนไฮต์ (74.4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที จนกระทั่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นพิษได้ แต่ไม่ทำให้กลิ่นรสและส่วนประกอบของนมเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์จะทำลายเชื้อรา ยีสต์ที่มีอยู่ในนมทั้งหมด

สรุปว่า การทำพาสเจอร์ไรส์มีจุดประสงค์ คือ

1.1 ทำลาย pathogenic bacteria ทุกชนิดที่ทำให้เกิดโรคคน และโรคสัตว์

1.2 ลดประมาณจุลินทรีย์ทั่ว ๆ ไปให้น้อยลง

1.3 ทำลายเอนไซม์ต่าง ๆ ในน้ำนม เช่น lipase, alkaline phosphatase

1.4 ทำให้อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น (ประมาณ 3 วัน

ตามกฎหมาย)

1.5 รักษาคุณสมบัติให้เหมือนน้ำนมสดตามธรรมชาติ

2. การสเตอริไรส์ (Sterilization) เป็นวิธีการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดและยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ ทำให้นมสเทอริไรส์มีคุณภาพการเก็บที่ดีและเก็บรักษาได้เป็นเวลานานที่อุณหภูมิห้อง โรงงานผู้ผลิตสามารถส่งผลิตภัณฑ์นี้ไปขายในระยะไกลๆ ได้ กรรมวิธีการผลิตนมที่มีอายุการเก็บนานมี 2 วิธีคือ

2.1 การสเตอริไรส์นมในภาชนะบรรจุ (In-container sterilization) เป็นวิธีที่บรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะ (กระป๋อง) และให้ความร้อนสูงประมาณ 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาน 20 นาที เก็บที่อุณหภูมิห้อง

2.2 ระบบยูเอชที (Ultra high temperature, UHT) เป็นวิธีที่ใช้ความร้อนสูง 135-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-15 วินาที แล้วบรรจุภาชนะแบบปลอดเชื้อ (Aseptic packaging) ซึ่งสามารถป้องกันแสงและออกซิเจนได้ เก็บที่อุณหภูมิห้อง ระบบยูเอชทีมีหลายแบบ ได้แก่

2.2.1 ระบบยูเอชทีแบบทางตรง (Direct UHT system) ซึ่งแบ่งออกเป็นการพ่นไอน้ำลงในผลิตภัณฑ์ (Steam injection) และการพ่นผลิตภัณฑ์สู่ไอน้ำ (Steam infusion) การที่ไอน้ำและผลิตภัณฑ์สัมผัสกันโดยตรง ทำให้ผลิตภัณฑ์ร้อนขึ้นรวดเร็ว และต้องตามด้วยการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว (Flash cooling) ภายใต้สุญญากาศ เพื่อลดปริมาณน้ำที่กลั่นตัวจากไอน้ำ

2.2.2 ระบบยูเอชทีแบบทางอ้อม (Indirect UHT system) ระบบนี้ความร้อนจากไอน้ำถูกส่งผ่านแผ่นหรือผนังที่กั้น เช่นแบบแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate heat exchanges), แบบท่อ (Tubular heat exchanger) หรือผลิตภัณฑ์ที่หนืด ใช้ระบบ Scraped surface heat exchanger

ผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีใกล้เคียงนมพาสเจอร์ไรซ์ ทั้งนี้ความร้อนสูงที่ใช้ ไม่มีผลต่อไขมัน มีผลเล็กน้อยต่อแล็กโตส และวิตามิน ทำให้โปรตีนเสียสภาพเล็กน้อยและเกลือแร่ในนมบางชนิดตกตะกอนน้อยมาก

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์นม

อุณหภูมิ		เวลา
องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์	
68.2	145	30 นาที
71.7	161	15 วินาที
88.4	191	0.1 วินาที
95.6	204	0.05 วินาที
100	212	0.01 วินาที

กิจกรรม
สืบค้นเรื่อง "นม"จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลได้
2. อธิบายความหมายและลักษณะทางกายภาพของนมได้
3. บอกถึงคุณค่าและประโยชน์ของนมและผลิตภัณฑ์ได้

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนม จากอินเตอร์เน็ต ในห้องปฏิบัติการ แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

ข้อ	เรื่อง	ข้อมูล
1.	นม	
2.	นมดิบ	
3.	Whole milk	
4.	Skimmed milk	
5.	Pasteurized milk	
6.	Sterilized milk	
7.	UHT	

กิจกรรม
ช่วยกันคิด ช่วยกันออกแบบการทดลอง

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สรุปหลักการสำคัญในการให้ความร้อนเป็นวิธีฆ่าเชื้อในน้ำนมและเป็นการถนอมให้นมมีอายุนานขึ้น
2. ออกแบบการทดลองเพื่อยืนยันว่าการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสีย
3. นำเสนอผลการทดลองการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสีย
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

ช่วยกันคิด !!!!!

นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ชอบพิสูจน์ความจริง โดยมีข้อยืนยันว่าการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสียนักเรียนจะออกแบการทดลองอย่างไรเพื่อเป็นการยืนยันสิ่งที่นักเรียนรู้โดยนักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์ใดๆในห้องปฏิบัติการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้เมื่อทดลองและได้ผลแล้วให้นักเรียนนำเสนอเป็นกลุ่มๆ

อุปกรณ์

1. นมดิบที่รีดมาจากโรงโคนมสวนจิตรลดา
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....

วิธีทดลอง

1. .....

.....

.....

.....

2. .....

.....

.....

.....

3. .....

.....

.....

.....

4. .....

.....

.....

.....

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง .....

วัน/เดือน/ปี ..... **กลุ่ม** .....

ชื่อผู้ทดลอง

1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

3. .....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น .....

.....

ตัวแปรตาม .....

.....

ตัวแปรควบคุม .....

.....

ผลการทดลอง (จะนำเสนอผลอย่างไรดี)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ให้นักเรียนอธิบายหลักการในการถนอมอายุของนมดิบ .....

.....

.....

.....

2. วิธีการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสีย สามารถใช้วิธีอย่างไรได้บ้าง

.....

.....

.....

3. จงอธิบายวิธีการพาสเจอร์ไรส์เซชั่น (pasteurization) น้ำนม

.....

.....

.....

4. ในฐานะที่นักเรียนเป็นผู้บริโภคนมนักเรียนเลือกที่จะบริโภคนมที่ผ่านกระบวนการใดเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. ผลการทดลองที่กลุ่มนักเรียนช่วยกันออกแบบนั้นบอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยที่ 6
จากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร

ส่งเสริมความรอบรู้

1. กระบวนการแปรรูปนม

น้ำนมดิบที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วจะเก็บในถังที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส แล้วจึงผ่านกระบวนการแปรรูปก่อนที่นำไปทำผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ

1.1 แคลริฟิเคชั่น (Clarification) คือการขจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำนม เพื่อไม่ให้ปรากฏในขณะเก็บรักษา หรือในผลิตภัณฑ์นม โดยผ่านน้ำนมดิบไปที่เครื่องหมุนเหวี่ยง (Clarifier) อย่างรวดเร็ว เพื่อแยกฝุ่นผง เซลจากเต้านมวัวและแบคทีเรียบางกลุ่มออกจากน้ำนม

1.2 การแยกครีม (Cream Separation) เป็นการแยกครีมออกจากน้ำนมดิบโดยใช้เครื่องแยกครีม (Cream separator) เครื่องแยกครีมที่มีประสิทธิภาพสูงๆ สามารถแยกไขมันออกจากน้ำนมได้เกือบทั้งหมด เหลือไขมัน ในหางนมเพียง 0.02-0.05% เม็ดไขมันที่มีขนาดเล็กมากแยกออกยาก เครื่องแยกครีมสามารถปรับให้ได้ปริมาณไขมันตามที่ต้องการได้

1.3 โฮโมจิไนเซชั่น (Homogenization) คือการทำให้เม็ดไขมันแตกโดยใช้เครื่อง Homogenizer เพื่อลดขนาดของเม็ดไขมันให้มีขนาดโดยเฉลี่ย 1 ไมครอน หรือเล็กกว่าเพื่อไม่ให้เม็ดไขมันเกิดการรวมตัวกันเป็นชั้นของครีมในขณะที่เก็บน้ำนมหรือในผลิตภัณฑ์นมเหลว อาจ Homogenize ก่อนหรือหลังให้ความเย็น

2. โรงนมผงสวนดุสิต

การตั้งโรงนมผงสวนดุสิตเกิดขึ้นเนื่องจากภาวะนมล้นตลาดเมื่อปี พ.ศ. 2512 โดยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงทราบถึงความเดือดร้อนของผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่สามารถจำหน่ายนมสดที่ผลิตได้ มีนมสดเหลืออยู่มากเกินความต้องการของตลาด จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้ดำเนินการช่วยเหลือ โดยพระราชทานเงินทดลองจ่ายรวมกับรายได้จากการจำหน่ายนมสดสร้างโรงงานผลิตนมผงขนาดย่อมขึ้นภายในสวนจิตรลดาเพื่อผลิตนมผงจากนมสดที่รับซื้อจากสมาชิกผู้เลี้ยงโคนม เป็นการแก้ปัญหานมล้นตลาดส่วนหนึ่ง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดโรงงาน เมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2512 และพระราชทานชื่อว่า "โรงนมผงสวนจิตรลดา"

ขั้นตอนการผลิต

1. ขั้นตอนการเปิดเครื่องจักร การจัดเตรียมอุปกรณ์และวัตถุดิบ

ขั้นตอนการเปิดเครื่องจักร การเตรียมอุปกรณ์และวัตถุดิบ เริ่มปฏิบัติงานในเวลา 03.00 น. โดยมีเจ้าหน้าที่ดูแลรับวัตถุดิบ(นมสด) 4000-5000 กิโลกรัม จากสหกรณ์

โคนมหนองโพ แล้วส่งมายังคูลลิ่งแท้งค์ (Cooling Tank) เพื่อส่งไปยังเครื่องชุดระเหยนมต่อไป โดยเริ่มเปิดเครื่องจักรเดินเครื่องระเหยนมและจัดเตรียมอุปกรณ์ในการผลิต รวมถึงการทำความสะอาด จากนั้นจึงทำการระเหยนม โดยเครื่องทั้ง 2 ชุด แล้วดำเนินการผลิตไปตามกระบวนการที่กำหนดไว้

2. การระเหยนม

มีเจ้าหน้าที่ควบคุม โดยส่งนมจากคูลลิ่งแท้งค์ ผ่านท่อส่งนมไปยังชุดระเหยนม ซึ่งชุดระเหยนมได้พลังงานไอน้ำจากหม้อต้มน้ำ ทำให้นมได้รับความร้อนและเกิดการระเหย แยกน้ำกับเนื้อนมออกจากกัน ซึ่งเป็นระบบการทำงานที่ต่อเนื่องหมุนเวียนตลอดเวลา เมื่อทำการระเหยนมไประยะหนึ่ง ประมาณ 3 ชั่วโมง น้ำนมที่ระเหยเข้มข้นขึ้นเจ้าหน้าที่จะทำการตรวจวัดความเข้มข้นของของเหลวเป็นองศา Brix ให้อยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ จากนั้นนำน้ำนมที่มีความเข้มข้นตามต้องการไปยังถังผสมน้ำตาล แล้วจึงส่งไปถังพักนมเตรียมสู่ขั้นตอนต่อไป

3. การพ่นนม

เริ่มปฏิบัติการพ่นนมเวลา 7.30 น. การพ่นนมนั้นจะต้องอุ่นเตาลมร้อนให้อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 45 นาที จากนั้นจ่ายไอร้อน (Hot air) ไปยังถังอบแห้งและเมื่อละอองนมโดนความร้อนในถังอบแห้ง ซึ่งมีอุณหภูมิ 103-108 องศาเซลเซียส นมจะกลายเป็นผง พัดลมด้านบนจะดูดนมผงไปสู่ถังพักนม และเจ้าหน้าที่จะนำนมผงออกจากถังพักนมบรรจุในถุงพลาสติก น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม/ถุง

4. การล้างเครื่อง คือขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร อุปกรณ์และท่อส่งนมต่างๆที่สัมผัสนมและเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการล้างทำความสะอาดชุดระเหยนมจะต้องเป็นไปตามคู่มือการทำความสะอาดโรงนมผง ถ้าล้างไม่สะอาดจะทำให้การระเหยนมในวันถัดไปไม่มีประสิทธิภาพ เศษนมเก่าๆจะไปเกาะติดตามท่อต่างๆ ทำให้การระเหยนมช้าและนมไม่ได้คุณภาพ

5. การบรรจุและส่งผลิตภัณฑ์นมผง นมผงสำหรับอัดเม็ดจะบรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 30 กิโลกรัม/ถุง ซึ่งในแต่ละวันผลิตได้ประมาณ 560-700 กิโลกรัม ส่งไปยังโรงนมเม็ด ถ้าเป็นนมผงบรรจุกระป๋องจะต้องนำส่งให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ ทำการตรวจสอบในเรื่องของการละลาย ค่าความชื้นและความสะอาด เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วผลการตรวจสอบผ่าน เจ้าหน้าที่จะบรรจุนมผงลงกระป๋องน้ำหนักกระป๋องละ 1 ปอนด์ และจัดส่งเข้าคลังสินค้าต่อไป

3. โรงเนยแข็ง

เนื่องในวโรกาสเฉลิมพระชนมพรรษา 5 รอบของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พ.ศ.2530 โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา สร้างโรงเนยแข็งน้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวายเป็นการเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ คณะกรรมการบริหาร

บริษัท ซีซี ฟรีสแลนด์ ประเทศเนเธอแลนด์ ร่วมน้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวายอุปกรณ์สำหรับการผลิตเนยแข็ง โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาจึงจัดทำโครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเนยแข็ง เพื่อการส่งเสริมแนะนำเป็นอาชีพในโอกาสต่อไป ปัจจุบันโรงเนยแข็งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ออกสู่ตลาดได้หลายชนิดอาทิเช่น นมข้นหวานบรรจุหลอด นมเปรี้ยว รสต่างๆ ไอศกรีม นมพาสเจอร์ไรส์ปราศจากไขมัน เนยสด เนยแข็งปรุงแต่ง ชนิดแผ่นและทา เนยแข็งเช็ดด้า และเนยแข็งเกาด้า ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พระราชทานชื่อเนยแข็งที่ผลิตว่า"เนยแข็งมหามงคล"

ในปีพ.ศ. 2532 รัฐบาลเดนมาร์กน้อมเกล้าน้อมกระหม่อมถวายเครื่องมือพร้อมการติดตั้ง โดยส่งผู้เชี่ยวชาญมาอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องมือ กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นมต่างๆ การใช้เครื่องมือตลอดจนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบระหว่างผลิตจนจนถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ได้ผลิตภัณฑ์ ระหว่างการฝึกอบรมมีการเรียนรู้การทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้เป็นจุดเริ่มต้นค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมา เพื่อให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น

เนยแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนในนมที่เรียกว่าเคซีน (Casein) โดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะ และเอ็นไซม์ช่วยให้เกิดการตกตะกอนเป็นลักษณะของกึ่งแข็งกึ่งเหลวคล้ายเต้าฮวย เรียกว่าลิ่มนมหรือเคิร์ด (Curd) หลังจากนั้นทำการตัดเคิร์ด เพื่อแยกส่วนที่เป็นของแข็งออกจากของเหลวแล้วจึงนำมาอัดให้เป็นรูปร่างเกิดเป็น เนยแข็ง

เนยแข็งชนิดแรกที่ทำการผลิตคือ เนยแข็งชนิดเกาดา (Gouda Cheese) ต่อมาทดลองผลิตเนยแข็งชนิดเช็ดด้า (Chedda Cheese) และเนยแข็งชนิดปรุงแต่ง (Processed Cheese) ซึ่งมีจุดประสงค์หลักคือ นำเอาเนยแข็งที่มีคุณภาพบกพร่องในเรื่อง สี กลิ่น รส มาแปรรูปใหม่ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยใช้เนยแข็งชนิดเกาดาเป็นวัตถุดิบในการผลิตในระยะแรก ปัจจุบันจะใช้เนยแข็งชนิดเกาดาและเนยแข็งชนิดเช็ดด้าเป็นวัตถุดิบในการผลิตเนยแข็งชนิดปรุงแต่ง

ไอศกรีม เป็นผลิตภัณฑ์นมเยือกแข็งที่ได้จากการผสมส่วนผสมในการทำไอศกรีมโดยทั่วไปประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์จากนม น้ำ น้ำตาล สารทำให้เป็นเนื้อเดียว สารทำให้คงตัว ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน กลิ่น รส และ สี แล้วนำมาโฮโมจีไนส์ พาสเจอร์ไรส์ จากนั้นทำให้เกิดการแข็งตัว โดยอาศัยเครื่องปั่นไอศกรีม

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา มีการผลิตไอศกรีมทั้งหมด 8 รส ได้แก่ วานิลลา สตรอเบอร์รี่ กาแฟ ช็อกโกแล็ต กาแฟช็อกชิพ มินท์ช็อกชิพ ดับเบิ้ลช็อกโกแล็ต และไอศกรีมโยเกิต

1. นมสดปราศจากไขมัน (Non – fat pasteurized milk) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนของหางนมจากเครื่องแยกครีมที่มีส่วนประกอบของไขมันในปริมาณที่น้อยมาก แต่ยังอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารอย่างอื่นครบถ้วนใกล้เคียงกับนมสดทั่วไป เหมาะสำหรับบุคคลที่ลดความอ้วน ผู้ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผู้สูงอายุ การผลิตจะต้องนำมาผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์ และพาสเจอร์ไรส์แล้วจึงนำบรรจุลงในภาชนะ

2. เนยสด (Butter) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนำครีมที่ได้จากเครื่องแยกครีมมาใช้ประโยชน์โดยอาศัยหลักการดีปั่นเนื้อครีมที่มีลักษณะของไขมันในน้ำให้เปลี่ยนแปลงเป็นน้ำในไขมัน ปัจจุบันมีการนำครีมไปใช้ในการผลิตไอศกรีมและผลิตน้ำมันเนย เพื่อใช้ในการผลิตนมข้นหวานด้วย

3. โยเกิตพร้อมดื่ม (Drinking Yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงไป เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโตสในนมไปเป็นกรดแล็กติก ทำให้เกิดเป็นโยเกิต จากนั้นนำโยเกิตมากวนผสมกับน้ำเชื่อม ปรุงแต่งกลิ่น รส ผสมให้เป็นเนื้อเดียว ทำการฆ่าเชื้อแล้วจึงนำบรรจุลงในภาชนะ

4. นมข้นหวาน (Sweeten condensed milk) เป็นผลิตภัณฑ์นมเข้มข้นช่วยในการถนอมรักษานม โดยการเติมน้ำตาลลงไปเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น บรรจุในหลอดลามิเนต เหมาะสำหรับใช้ในการพกพา

5. เนยแข็งและขนมปัง (Cheese and cracker) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนยแข็งชนิดปรุงแต่ง (Processed Cheese) และขนมปังกรอบชนิดแผ่นสำเร็จรูป ทั้งชุดบรรจุในกล่องพลาสติก

6. เนยแข็งปรุงแต่งชนิดทา (Processed Cheese Spread) เป็นเนยแข็งปรุงแต่งเช่นเดียวกันกับชนิดที่อยู่ในขนมปังกับเนยแข็ง แต่มีแต่เนยแข็งล้วนไม่มีขนมปัง บรรจุในกล่องพลาสติก

7. โยเกิตไขมันต่ำแบบถ้วยตัก (Low fat set yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์สุขภาพลงไป ทำให้เกิดเป็นโยเกิต โดยเป็นการบ่มในถ้วย ซึ่งมีการใส่แยมผลไม้ประมาณ 20-30% ไว้ที่ก้นถ้วยก่อนแล้วสำหรับโยเกิตที่ไม่ได้ใส่แยมผลไม้เรียกว่ารสธรรมชาติ

8. ไอศกรีมโยเกิต (Yoghurt ice cream) เป็นผลิตภัณฑ์นมเยือกแข็งที่ได้จากการนำส่วนผสมไอศกรีม ซึ่งประกอบด้วยนมสด เนยสด น้ำตาลทราย สารที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsifier) และสารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer) เติมจุลินทรีย์โยเกิตที่เป็นจุลินทรีย์สุขภาพทำให้เกิดเป็นโยเกิต จากนั้นผสมกับแยมฟรุตสลัดนำไปทำให้เกิดการแข็งตัว (Freezing) โดยอาศัยเครื่องปั่นไอศกรีมแล้วบรรจุลงถ้วย

กิจกรรม
นำเสนอสิ่งที่กลุ่มของตนสนใจจากการที่ได้ไปทัศนศึกษา

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายในสิ่งที่นักเรียนสนใจโดยการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ชุมชน แหล่งเรียนรู้อื่น และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น
2. นำเสนอผลงานที่นักเรียนศึกษาเป็นกลุ่มด้วยวาจาประกอบกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
3. นำเสนอผลงานด้วยป้ายนิเทศ

สิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำ

นักเรียนเตรียมสิ่งที่นักเรียนค้นคว้าในเรื่องที่กลุ่มตนสนใจโดยหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆเช่นห้องสมุดและจาก internet แล้วร่วมมือกันในกลุ่มใช้โปรแกรม PowePoint เพื่อเตรียมนำเสนอ และช่วยกันในกลุ่มจัดทำป้ายนิเทศ (poster)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโดย

1. นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศใช้โปรแกรม PowePoint โดยใช้เวลาการนำเสนอกลุ่มละ12 นาที และ
2. การนำเสนอโดยใช้ป้ายนิเทศ (poster) ให้เพื่อนนักเรียนผลัดเปลี่ยนกันเพื่อดูผลงานของกลุ่มตนเอง

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองสินค้าปศุสัตว์. (2546). *คู่มือระเบียบการปฏิบัติงานมาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตน้ำนมดิบของประเทศไทยพ.ศ.2542 สำหรับผู้ประกอบการฟาร์มโคนมมาตรฐาน P-DA-FARM-001.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กรมวิชาการ. (2535). *คู่มือการพัฒนาหลักสูตรตามความต้องการของท้องถิ่น.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2546). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา. (2546). *เป็นที่ ธ ทดลอง กิจผองก็รายเรียง.* กรุงเทพฯ: มหานครบริษัท สยามทองกิจ จำกัด.

จำรัส อินทราภาพร. (2545). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จุฑามาศ เทพชัยศรี. (2542). *คู่มือปฏิบัติการวิชา สข 214 จุลชีววิทยาในทางสาธารณสุข.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาสุขศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทองยศ อเนกะเวียง. (2529). *ปฏิบัติการนม.* กรุงเทพฯ: บูรพาสาส์น.

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง. (2545). *การเลี้ยงโคนม.* กรุงเทพฯ: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

Budavari, S. (1996). *The Merck Index : An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals.* USA: Merck & Co., Inc.

Appendix 5

Details of group working data

สัปดาห์ที่ 2 (ครั้งที่ 1)

รายการ	ประเมินโดย		
	ตนเอง	เพื่อน	ครู
1. ร่วมมือทำงานกลุ่มอย่างมีระบบ	3.927	4.491	4.499
2. ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่	4.043	4.491	4.501
3. ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสม	3.879	4.230	4.390
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.188	4.360	4.490
5. เต็มใจปฏิบัติงานที่รับมอบหมายจากกลุ่มจนสำเร็จ	4.246	4.607	4.607
6. ใส่ใจและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	4.144	4.433	4.533
7. มีส่วนร่วมในการตรวจสอบ ปรับปรุงงานกลุ่ม	3.835	4.244	4.355
8. มีส่วนร่วมในการระบุข้อดี ข้อบกพร่อง ของงานกลุ่ม	3.868	4.161	4.252
9. มีส่วนรับผิดชอบในความสำเร็จและความผิดพลาดของกลุ่ม	3.942	4.346	4.446
10. ทำหน้าที่สมาชิกของกลุ่มที่ดี	4.159	4.505	4.505

สัปดาห์ที่ 3 (ครั้งที่ 2)

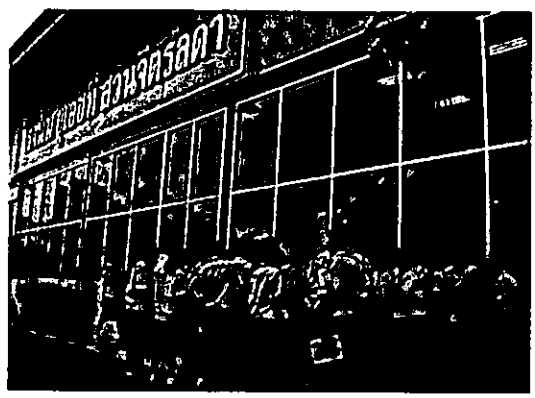
รายการ	ประเมินโดย		
	ตนเอง	เพื่อน	ครู
1. ร่วมมือทำงานกลุ่มอย่างมีระบบ	4.099	4.320	4.510
2. ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่	4.170	4.465	4.625
3. ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสม	4.068	4.330	4.510
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.488	4.562	4.712
5. เต็มใจปฏิบัติงานที่รับมอบหมายจากกลุ่มจนสำเร็จ	4.445	4.567	4.317
6. ใส่ใจและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	4.242	4.542	4.712
7. มีส่วนร่วมในการตรวจสอบ ปรับปรุงงานกลุ่ม	4.039	4.190	4.350
8. มีส่วนร่วมในการระบุข้อดี ข้อบกพร่อง ของงานกลุ่ม	4.083	4.161	4.321
9. มีส่วนรับผิดชอบในความสำเร็จและความผิดพลาดของกลุ่ม	4.257	4.857	4.902
10. ทำหน้าที่สมาชิกของกลุ่มที่ดี	4.228	4.610	4.760

สัปดาห์ที่ 5 (ครั้งที่3)

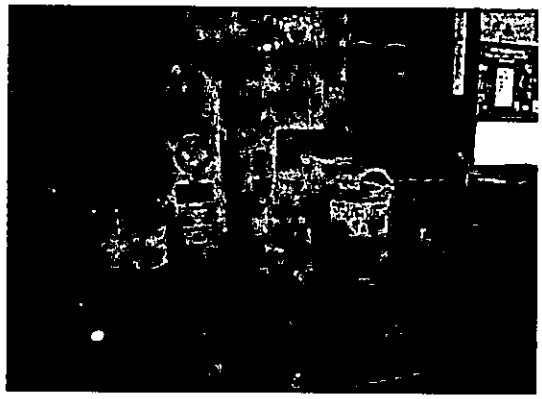
รายการ	ประเมินโดย		
	ตนเอง	เพื่อน	ครู
1. ร่วมมือทำงานกลุ่มอย่างมีระบบ	4.328	4.501	4.621
2. ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่	4.444	4.515	4.630
3. ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสม	4.326	4.588	4.698
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.305	4.573	4.673
5. เต็มใจปฏิบัติงานที่รับมอบหมายจากกลุ่มจนสำเร็จ	4.401	4.646	4.747
6. ใส่ใจและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	4.425	4.457	4.577
7. มีส่วนร่วมในการตรวจสอบ ปรับปรุงงานกลุ่ม	4.315	4.573	4.693
8. มีส่วนร่วมในการระบุข้อดี ข้อบกพร่อง ของงานกลุ่ม	4.406	4.428	4.548
9. มีส่วนรับผิดชอบในความสำเร็จและความผิดพลาดของกลุ่ม	4.415	4.544	4.642
10. ทำหน้าที่สมาชิกของกลุ่มที่ดี	4.598	4.704	4.824

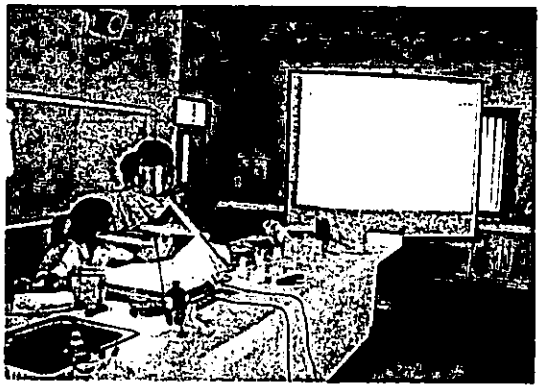
Appendix 6

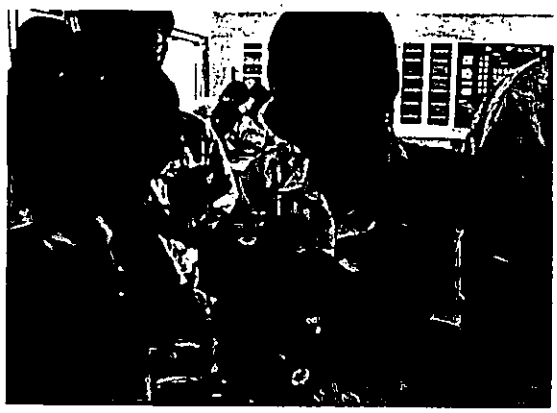
Pictures of learning activities



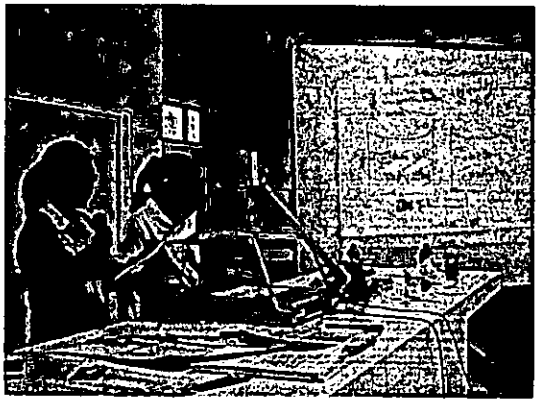
Field trip to the community resources "The Royal Chitralada Projects "

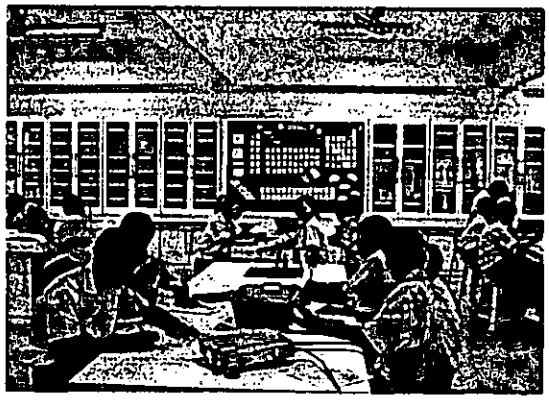


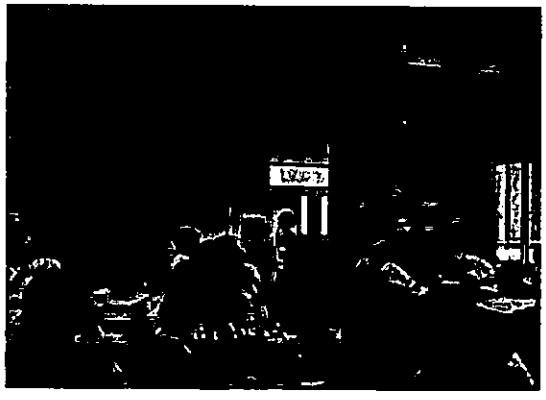


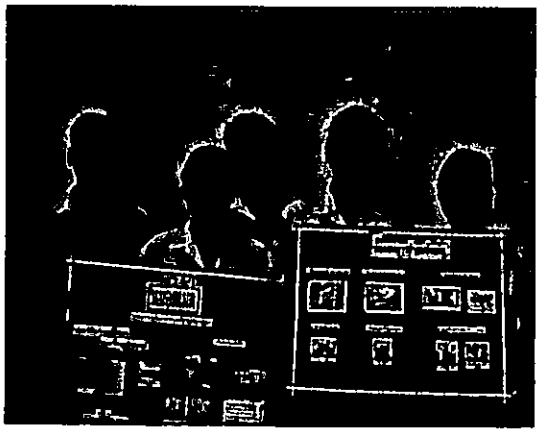


Students' activities









Students' activities

Appendix 7

Sample of students' works

โรงเนยแข็ง

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

โดย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 กลุ่ม 7

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาวิธีการผลิตและพัฒนาการผลิต
- เพื่อส่งเสริมและแนะนำให้มีการบริโภคผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตภายในประเทศ
- เพื่อศึกษาการตลาดภายในประเทศ
- เพื่อเผยแพร่วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงเนยแข็ง ให้แก่ประชาชนทั่วไป

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ประวัติความเป็นมา (ย่อ)

พ.ศ.2529 : คณะกรรมการบริหารของบริษัทสหกรณ์ ซี.ซี. ฟรีสแลนด์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้น้อมเกล้าฯ ถวายเครื่องมือสำหรับผลิตเนยแข็ง

พ.ศ.2530 : พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จเปิดโรงเนยแข็ง

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

- เนยแข็ง
- ไอศกรีม
- ทอฟฟี่นมสด
- เนยสด
- นมสดปราศจากไขมัน
- คุกกี้เนยสด
- ไยเกิร์ตพร้อมดื่ม

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็ง

เนยแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนของโปรตีนในนมที่เรียกว่า เคซีน (Casein) โดยอาศัยเอนไซม์ และ เชื้อจุลินทรีย์ ช่วยให้เกิดการตกตะกอนเป็น เคิร์ดหรือลิ่ม (Curd) แล้วนำมาอัดเป็นก้อน เนยแข็งมีหลายชนิด ชนิดของเนยแข็งขึ้นอยู่กับกรรมวิธีที่ผลิต และวัตถุดิบที่ใช้

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็ง

เนยแข็งที่ทำการผลิตในโครงการ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ พระราชทานชื่อเนยที่ผลิตว่า "เนยแข็งมหามงคล" มี 3 ชนิด คือ

- เนยแข็งเกาดา
- เนยแข็งสมุนไพร
- เนยแข็งปรุงรส

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็ง

เนยแข็งเกาดา : เป็นเนยแข็งชนิดแรกที่ได้ผลิตในโครงการ เมื่อปี พ.ศ. 2531

เนยแข็งเชดดา : เริ่มค้นคว้า และผลิตเมื่อปี พ.ศ.2532

เนยแข็งปรุงแต่ง : เป็นการนำเนยแข็งเกาดาและเชดดามาผสมกัน

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็งเกาดา

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมนม** นำนมมาทำพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 - 75 องศาเซลเซียส

ประมาณ 15 นาที

4. **การระบายน้ำเวย์** ประมาณ 10 นาที
5. **การพิมพ์อุณหภูมิ** ให้ได้ประมาณ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็งเกาดา

ขั้นตอนการผลิต

6. **การระบายน้ำเวย์ครั้งสุดท้าย** ประมาณ 30 นาที
7. **การกด, อัด** นำคิวัดที่เอาน้ำเวย์ออกแล้วไปทำในพิมพ์ เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
8. **การแช่ในน้ำเกลือ** เป็นเวลา 2 วันเพื่อ ควบคุมปริมาณกรดและน้ำในเนยแข็ง และป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่แปลกปลอม
9. **การบ่ม** ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้น 85 - 90%) เป็นเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็งเชดดา

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมนม** นำนมมาทำพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 72 – 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา ๑๕ วินาที
2. **การตกตะกอน** มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์รนเนท ใช้เวลาประมาณ 45 นาที
3. **การตัดเคิร์ด** ประมาณ 15 – 20 นาที
4. **การปรับอุณหภูมิ** ให้ได้อุณหภูมิ 37.5 – 38.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 นาที
5. **การระบายน้ำเวย์ครั้งแรก** ประมาณครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 10 นาที

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็งเชดดา

ขั้นตอนการผลิต

6. **การระบายน้ำเวย์ครั้งสุดท้าย** รอจนกระทั่งได้ปริมาณกรดตามที่ต้องการหลังจากระบายน้ำเวย์ครั้งแรก ประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง
7. **การคัดเคิร์ด** ทำกลับไปกลับมากลับทุก ๆ 10 นาที จนกระทั่งได้ปริมาณกรดตามต้องการ จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ
8. **การดูกเกลือ**
9. **การผสมให้เข้ากันและบรรจุใส่พิมพ์**
10. **การกดอัด ในพิมพ์** ประมาณ 1 คืน

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยแข็งปรุงแต่ง

ขั้นตอนการผลิต

1. **การคัดเลือกวัตถุดิบ** (Selection) เพื่อให้เกิดลักษณะ สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสที่ดี
2. **การตกแต่ง การทำความสะอาด (Trimming and Cleaning)**
3. **การบด** (Grinding) เพื่อทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
4. **การให้ความร้อน (Heating or Cooking) ใช้อุณหภูมิ 70 – 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 15 นาที**
5. **การตั้งทิ้งไว้ให้เย็น** (Cooling) ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 คืน
6. **การทำให้เป็นแผ่น การบรรจุ** (Slicing and Packaging)

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• ไอศกรีม

เป็นผลิตภัณฑ์นมเยือกแข็งได้จากการ ผสมส่วนผสมที่ฆ่าเชื้อแล้ว นำไปปั่นในที่เย็นจัด (freezer) โดยอาศัยเครื่องปั่นไอศกรีม เพื่อให้อากาศเข้าไป และทำให้เกิดรูปร่างข้นหนืดอย่างสม่ำเสมอ

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• ไอศกรีม

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมส่วนผสม** โดยการชั่งส่วนผสมทั้งหมดและผสมให้เข้ากัน
2. **การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และการฆ่าเชื้อ** (Homogenize and Pasteurize)ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 2 - 3 วินาที
3. **การทำให้เย็น** (Cooling) โดยการบ่มในห้องเย็นเป็นเวลา 10 - 12 ชั่วโมง
4. **การทำให้ไม่ขึ้งตัว** (
5. **การบรรจุ** (Packag

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• ทอฟฟี่นมสด

ทอฟฟี่นมสดจัดเป็นพวกของหวานผลิตจากนมสด หรือนมผง จากนั้นเติมส่วนผสมอื่น ได้แก่ น้ำตาล เพื่อช่วยเพิ่มรสชาติ และทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แข็งขึ้น เบ๊ะแซ หรือกลูโคสไซรับ เพื่อให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความเหนียว และน้ำที่ช่วยปรับความเข้มข้นของส่วนผสม

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• ทอฟฟี่นมสด

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมส่วนผสม** โดยการชั่งส่วนผสม และผสมให้เข้ากัน
2. **การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน** (Homogenize)
3. **การทำให้ร้อน** ที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียส
4. **การทำให้เป็นเม็ด** ทิ้งให้พออุ่น ปั้นให้เป็นเม็ด ๆ
5. **การบรรจุ** โดยใช้กระดาษพลาสติกห่อเป็นทอฟฟี่

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยสด

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำครีมที่ได้จากเครื่องแยกครีม มาใช้ประโยชน์โดยอาศัยหลักการตี ปั่นเนื้อครีมที่มีลักษณะของไขมันในน้ำ ให้เปลี่ยนแปลงเป็นน้ำในไขมัน

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• เนยสด

ขั้นตอนการผลิต

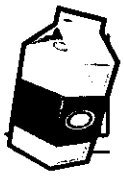
1. **การเตรียมครีม** ครีมจากเครื่องแยกครีม ควรมีไขมันประมาณ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์ นำมากรองสิ่งแปลกปลอมพวกฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อน
2. **การทำพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 15 วินาที**
3. **การทำให้เย็น ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเย็นอย่างน้อย 6 ช.ม.**
4. **การปั่นครีม (Churning) เพื่อเปลี่ยนสภาพไขมันแขวนลอยในน้ำให้เป็นสภาพน้ำที่อยู่ในไขมัน**
5. **การอัดนวดหรือการนวด (Working) เพื่อกำจัดน้ำส่วนที่เกินออกและทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การเติมเกลือควรเติมก่อนการนวด ถ้าต้องการผลิตเนยชนิดเค็ม**
6. **การบรรจุและเก็บรักษา**

ข้อมูล : http: www.kanchanapsek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• นมสดปราศจากไขมัน

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนของหางนมจากเครื่องแยกครีม ที่มีส่วนประกอบของไขมันในปริมาณน้อยมาก แต่ยังอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารอย่างอื่นครบ ถ้วนใกล้เคียงกับนมสดทั่วไปเหมาะสำหรับผู้ต้อง การลดความอ้วน ผู้ต้องการควบคุมน้ำหนัก และผู้สูงอายุ การผลิตจะต้องนำมาผ่านขบวนการโฮโมจิไนส์ และ พาสเจอร์ไรส์แล้วจึงบรรจุลงในภาชนะบรรจุ



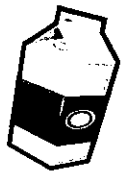
ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• นมสดปราศจากไขมัน

ขั้นตอนการผลิต

1. **การแยกครีม** โดยอาศัยเครื่องแยกครีม เพื่อแยกส่วนที่เป็นไขมัน (ครีม) ออกจากส่วนที่เหลือ (เรียกว่า หางนม (skim milk)
2. **การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน** (Homogenize) และฆ่าเชื้อ (Pasteurize) ที่อุณหภูมิ 72 – 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที
3. **การทำให้เย็น** (Cooling)
4. **การบรรจุ** (Packaging)



ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• คุกกี้เนยสด

เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ นำเอาเนยสดจิตรลดา มาใช้ในสูตรการผลิต บรรจุลงในถุงพลาสติก และกล่องพลาสติกใส

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• คุกกี้เนยสด

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมส่วนผสม** โดยการชั่งส่วนผสม
2. **การผสม** (Mixing) โดยเริ่มจากการตีเนยสดให้ขึ้นขาว จากนั้นเติมไข่ไก่ น้ำตาลไอซิ่ง แป้งสาลีที่ร่อนแล้ว และกลิ่นวานิลลา ผสมให้เข้ากันจนเกิดเป็นส่วนผสมคุกกี้
3. **การทำให้เป็นรูปร่าง** โดยใช้เครื่องปั๊มคุกกี้
4. **การอบ** (Baking) ที่อุณหภูมิ 180 – 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
5. **การทำให้เย็น**
6. **การบรรจุ**

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงไป ทำให้เกิดเป็นโยเกิร์ต จากนั้นนำมาผสมกับน้ำเชื่อม ปรุงแต่งกลิ่น รสแล้วทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำการฆ่าเชื้อ แล้วบรรจุ ปัจจุบันผลิตออกมาทั้งหมด 4 รส คือ รสองุ่น รสมะนาว รสสตรอเบอรี่ และรสส้ม

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

ผลิตภัณฑ์

• โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

ขั้นตอนการผลิต

1. **การเตรียมโยเกิร์ต** โดยใช้นมสดปราศจากไขมันผสมกับนมสดนำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 15 นาที จากนั้นทำให้เย็นลงที่ 40 องศาเซลเซียส จึงใส่เชื้อโยเกิร์ต ลงไป ทิ้งไว้ 1 คืน จะเกิดเป็นโยเกิร์ต
2. **การผสม** ผสมกับน้ำเชื่อม และเติม สี กลิ่น รส
3. **การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน** (Homogenize)
4. **การฆ่าเชื้อ** (Pasteurize) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
5. **การทำให้เย็น**
6. **การบรรจุ**

ข้อมูล : http: www.kanchanapisek.or.th

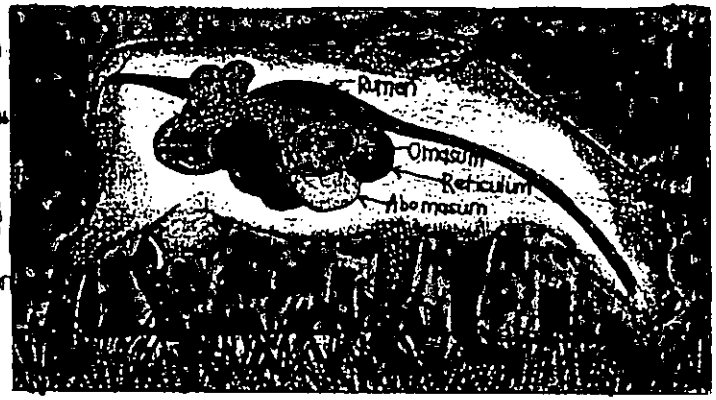
โรงเนยแข็ง
โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
โดย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 กลุ่ม 7
ข้อมูล : http://www.kanchanapisek.or.th

การย่อยอาหารในสัตว์มีกระดูกสันหลัง

กระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องมี 4 กระเพาะคือ

1. Rumen (กระเพาะหมัก หรือกระเพาะผ้าขี้ริ้ว)

ในโคกระเพาะส่วนนี้มีความจุประมาณ 80% ของความจุกระเพาะทั้งหมด เป็นที่พัก และหมักอาหารจำพวกที่มี fiber สูง เช่น หญ้า ฟางข้าว ฯลฯ กระเพาะ rumen จะอยู่ติดกับผนังด้านซ้ายของช่องท้อง ตัวกระเพาะแบ่งเป็นหลายตอน โดยผิวด้านนอกของ rumen ถูกแบ่งโดยร่องลึก (deep groove) ออกเป็นส่วน คือ ส่วนบน (dorsal region) และส่วนกลาง (ventral region) นอกจากนี้ยังมีร่องแบ่งผนังด้านนอกออกเป็นส่วนหน้า, ส่วนกลาง และ ส่วนหลัง ซึ่งทำหน้าที่บีบและขยายตัวทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารที่อยู่ในกระเพาะ คลุกเคล้าอาหารเข้ากับ rumen fluid ผนังด้านในของ rumen ประกอบด้วย papillae คือส่วนที่มีลักษณะคล้ายนิ้วยื่นออกมาจำนวนมาก ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปภายในกระเพาะ rumen ทำหน้าที่เพิ่มเนื้อสัมผัสเพื่อการย่อย การคลุกเคล้าอาหาร การเคลื่อนไหวของ rumen และการดูดซึมผ่านของ volatile fatty acids



รูปแสดงทางเดินอาหารของวัว

2. Reticulum (กระเพาะรังผึ้ง)

มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็ก ในโคจะมีความจุของ Reticulum ประมาณ 5% ของความจุกระเพาะทั้งหมด กระเพาะ reticulum อยู่ติดกับส่วนหน้าของกระเพาะ rumen ระหว่าง rumen กับ reticulum มีผนังกั้นเรียกว่า reticulo-rumen fold อาหารและ rumen fluid สามารถไหลผ่านเข้าหากันได้ โดยผ่านช่องรูด reticulo-rumen orifice หลอดอาหารจะเปิดเข้าสู่กระเพาะ rumen ทางช่องเปิด cardia ผนังด้านในของ reticulum มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง เหมาะเพื่อเพิ่มการเจริญ และขยายตัวขึ้นด้านบนทำให้เกิดเป็นชั้นมีลักษณะ 4-6 เหลี่ยม โดยทั่วไปเป็นการง่ายที่จะกล่าวถึงหน้าที่ของกระเพาะ 2 ส่วนแรกไปพร้อมๆ กัน เรียกรวมเป็น reticulo-rumen มีหน้าที่เป็นที่เก็บกักส่วนของอาหารทำหน้าที่คลุกเคล้าหมักย่อย ช่วยย่อย ต่างๆ เช่น เซลลูโลส ส่วนของอาหารที่กินเข้าไปและจุลินทรีย์ในกระเพาะ เมื่อแรกเกิด reticulo-rumen จะมีขนาดเล็กกว่ากระเพาะจริง (abomasum) เมื่อลูกสัตว์เริ่มกินอาหารแห้ง reticulo-rumen จะเจริญเร็วกว่ากระเพาะอื่นๆ และจำนวนจุลินทรีย์ก็เพิ่มด้วย ทำให้สามารถย่อยสลายเยื่อใยที่อยู่ใน ผนังเซลล์ของพืช (plant cell wall)

ลำไส้เล็ก (small Intestine)

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ duodenum, jejunum และ ileum ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อย และดูดซึมเพื่อนอาหาร ที่ผ่านมาจาก abomasum เข้าสู่ duodenum จะมีสภาพเป็นกรดและจะถูกทำให้เป็นกลางใน duodenum เพื่อการย่อยโดย enzymes ต่างๆ แล้วผ่านเข้าสู่ jejunum และ ileum ผนังด้านในของลำไส้เล็กจะมี papillae ขนาดเล็กมากๆ เป็นจำนวนล้านๆ

ลำไส้ใหญ่ (Large Intestine)

ประกอบด้วย caecum และ colon การย่อยอาหารจะเกิดขึ้นในลำไส้ใหญ่น้อยมาก คือทำหน้าที่เป็นช่องทางในการขับถ่ายกากอุจจาระ และดูดน้ำกลับ เพื่อสงวนน้ำและสารละลาย เช่น เกลือแร่

4. Abomasum (กระเพาะแท้)

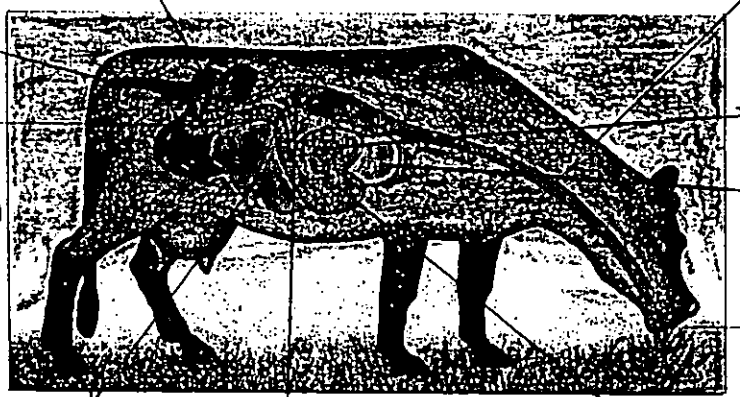
มีความจุประมาณ 8% ของความจุกระเพาะทั้งหมด อยู่ด้านขวาของกระเพาะ rumen และติดกับพื้นด้านล่างของช่องท้อง มีลักษณะเหมือนถุงแฟบ กระเพาะแท้นี้แบ่งได้ 2 ส่วน คือ
fundus portion มีหน้าที่หลั่ง HCl และ enzymes ต่างๆ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เป็นกรด
pyrolus portion เป็นที่รวมของอาหารก่อนที่จะถูกปั๊มให้เป็นเนื้อ โดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อให้ผ่าน pyrolic sphincter เข้าสู่ duodenum

3. Omasum (กระเพาะสามสิบกลีบ)

มีความจุ 7-8% ของความจุกระเพาะทั้งหมด อยู่ระหว่าง reticulo-omasal orifice เมื่อทางเปิดเข้าสู่ abomasum มีลักษณะกลม ผนังด้านในมีลักษณะเป็นแถบเรียกว่า laminae มีปุ่มจำนวนมาก
บทบาทสำคัญของ omasum คือทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและสารละลายต่างๆ ไว้ โดยปล่อยอาหารให้ผ่านเข้าสู่ abomasum

- 7 มิ.ย. 2548

การย่อยอาหารในสัตว์มีกระดูกสันหลัง



ลำไส้ใหญ่ ประกอบด้วย Caecum และ Colon
ลำไส้ใหญ่ ทำหน้าที่เป็นส่วนที่สุดท้ายในการย่อยอาหารโดยการดูดซึมน้ำและเกลือแร่

กระเพาะหมัก
ขับน้ำย่อยย่อยอาหาร

ลำไส้เล็ก
ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ duodenum, jajunum และ ilenum
ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยและดูดซึมอาหาร

ทางผ่านของอาหาร
อยู่ระหว่างปากกับกระเพาะหมัก เป็นทางผ่านของอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารหมัก

Omasum (กระเพาะสามสิบกาสิบ)

Reticulum (กระเพาะรวงผึ้ง)

ปาก ลิ้น ฟัน
ใช้สำหรับตัดอาหารเข้าสู่ปาก ช่วยเคี้ยว ลิ้นใช้ปาก และเพดานปาก

Abomasum (กระเพาะจริง)

รูปแสดงทางเดินอาหารของวัว

กระเพาะรูเฮเน

- 7 ม.ค. 2548

ระบบย่อยอาหาร (กระเพาะรวม) แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

1. กระเพาะรูเฮเน (กระเพาะหมัก) หรือกระเพาะขอบกระด้าง หรือผ้าขี้ริ้ว เป็นช่องที่ใหญ่ที่สุด มีความจุถึง 80% จากทั้งหมด เป็นที่กักและหมักอาหารชนิดๆ หรืออาหารที่มีไฟเบอร์สูง เช่น ฟาง หญ้า
2. Reticulum (กระเพาะรวงผึ้ง) เป็นช่องที่เล็กที่สุด มีความจุ 5% จากทั้งหมด ช่วยในการดูดซึมน้ำ คลุกเคล้าให้ละเอียด ย่อย เข้าไปช่วยย่อยอาหาร
3. Omasum (กระเพาะสามสิบกาสิบ) มีความจุ 7-8 % ทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำจากอาหาร และลดขนาดของกากของกระเพาะอาหารที่มาจากช่องที่ 2
4. Abomasum (กระเพาะจริง) มีความจุ 8 % มีลักษณะเหมือนลูกแพร์ แบ่งเป็น fundus portion กับ HCl และเอนไซม์ pyrolus portion เป็นที่รองรับอาหารก่อนเข้าลำไส้

กิจกรรม

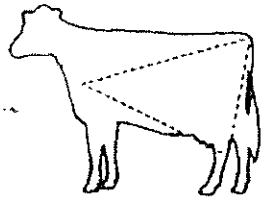
สืบค้นเรื่อง "นม"จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

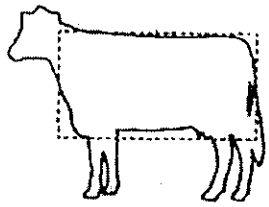
1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลได้
2. อธิบายความหมายและลักษณะทางกายภาพของนมได้
3. บอกถึงคุณค่าและประโยชน์ของนมและผลิตภัณฑ์ได้

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับนม จาก Internet ในห้องปฏิบัติการ แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

ข้อ	เรื่อง	ข้อมูล
1.	นม	เป็นสารอาหารที่มีคุณค่าสูงมีองค์ประกอบของสารหลายชนิดในการเจริญเติบโต ป้องกันโรคภัยต่างๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แลกโตสวิตามินและเกลือแร่ รวมทั้งโปรตีนเคซีน ส่วนเกินน้ำนมมีสีขาว รสหวาน
2.	นมดิบ	นมที่รีดออกจากแม่โคแล้วยังไม่ได้ผ่านความร้อนเลย ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูปใดๆ เลย และยังมีเชื้อโรคอยู่ ไม่ปลอดภัยในการบริโภค
3.	Whole milk	นมโคที่ไม่มีการปรับแต่งองค์ประกอบใดๆ ให้ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ที่ 63-65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ถึง 6 เดือน และไม่ผ่านการโฮโมจีไนซ์ คุณค่าทางโภชนาการยังคงเดิม ดีกว่านมชนิดอื่นๆ
4.	Skimmed milk	นมที่มีไขมันไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก ที่ทำเป็นอาหารลดน้ำหนัก ทำนมอัดเม็ด ใช้เลี้ยงลูกหมู แต่มีคุณค่าทางอาหารน้อย ราคาถูกกว่านมชนิดอื่นๆ
5.	Pasteurized milk	นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 65°C 30 นาที หรือไม่ต่ำกว่า 72°C 16 วินาที ก่อนนำไปให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5°C จะไม่พบแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคน แต่ยังมีแบคทีเรียชนิดทำให้นมเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น มีคุณค่าเปลี่ยนน้ำนมสดเล็กน้อย
6.	Sterilized milk	นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100°C โดยใช้เวลาที่เหมาะสม จะไม่พบทั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคนและแบคทีเรียที่ทำให้นมเสีย แต่ว่าสารอาหารต่างๆ ในนมจะเปลี่ยนแปลงไปทำให้มีสีเข้มและรสชาติเปลี่ยนไปจากน้ำนมดิบ
7.	UHT	นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133°C เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 1 วินาที จะไม่พบทั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคนและแบคทีเรียที่ทำให้นมเสีย และมีคุณค่าใกล้เคียงกับน้ำนมดิบมากที่สุด

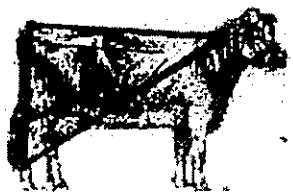


A dairy cow is shaped like a triangle.

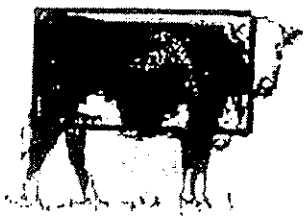


A beef cow is shaped like a rectangle.

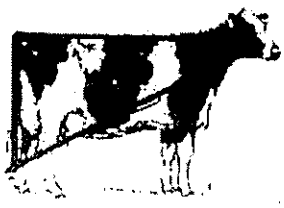
Brangus



Jersey



Hereford



Holstein

Charolais

กิจกรรม

ช่วยกันคิด ช่วยกันออกแบบการทดลอง

จุดประสงค์ เมื่อทำกิจกรรมนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สรุปหลักการสำคัญในการให้ความร้อนเป็นวิธีฆ่าเชื้อในน้ำนมและเป็นการถนอมให้นมมีอายุนานขึ้น
2. ออกแบบการทดลองเพื่อยืนยันว่าการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสีย
3. นำเสนอผลการทดลองการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสีย
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

ช่วยกันคิด!!!!!

นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ชอบพิสูจน์ความจริงโดยมีข้อยืนยันว่าการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสียนักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อเป็นการยืนยันสิ่งที่นักเรียนรู้โดยนักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์ใดๆในห้องปฏิบัติการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้เมื่อทดลองและได้ผลแล้วให้นักเรียนนำเสนอเป็นกลุ่มๆ

อุปกรณ์

1. นมดิบที่รีดมาจากโรงโคนมสวนจิตรลดา
2. ซีกเกอร์ 25 ml (2 อัน)
3. สารละลายสีเมธิลีนบลู
4. ขวดฉีดยา
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. ตะแกรงลวดใยหิน
7. water bath
8. แท่งแก้ว

วิธีทดลอง

1. ใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูใส่ในซีกเกอร์ 15 ml จำนวน 2 ซีกเกอร์ จับซีกเกอร์ขอบปากกระเทาะ (สี, กลิ่น)
2. ใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู 2 ml ลงในซีกเกอร์ 2 ซีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนจับซีกเกอร์ขอบปากกระเทาะ
3. ทำซีกเกอร์ 1 อันมาตั้งบนตะเกียงจุดขอบเดือด ระวังอย่าให้ซีกเกอร์ติดไฟใส่ใน water bath จับซีกเกอร์ขอบปากกระเทาะ เปลี่ยนสี
4. ซีกเกอร์ที่ใส่ในตะเกียงไปใส่ใน water bath จับซีกเกอร์ขอบปากกระเทาะ เปลี่ยนสี
5. เปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของซีกเกอร์ที่ใส่ในตะเกียงกับซีกเกอร์ที่ใส่ใน water bath

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง.....

วัน/เดือน/ปี 4 ม.ค. 254 กลุ่ม 1

ชื่อผู้ทดลอง

1. ด.ญ. ศิลปไพเราะ ชั้น ม.2/3 เลขที่ 8
2. ด.ญ. สักษิกา ชั้น ม.2/3 เลขที่ 33
3. ด.ญ. เพชญธิอาน์ ชั้น ม.2/3 เลขที่ 11
4. ด.ช. ธัญกิติศักดิ์ ชั้น ม.2/3 เลขที่ 23
5. ด.ช. นิจิตา ชั้น ม.2/3 เลขที่ 3

จุดประสงค์การทดลอง

1. ธรรมชาติการสำคัญในการใช้ความร้อนเป็นวิธีฆ่าเชื้อในอาหารและเป็นการถนอมให้อยู่ได้นานขึ้น
2. ยกตัวอย่างการทดลองเกี่ยวกับการใช้ความร้อนทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย
3. นำเสนอผลการทดลองการใช้ความร้อนทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย

สมมติฐาน

ถ้าอาหารที่ต้มสุกแล้วจะเปลี่ยนแปลงสีสันและกลิ่นเหมือนสดหรือไม่ก็ตาม แต่ถ้าอาหารนั้นจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ / แบคทีเรีย ได้ และอาหารที่ไม่ได้ต้มจะมีกลิ่นบูดเน่าเหม็นกว่าอาหารที่ไม่ได้ต้มจะมีกลิ่นบูดเน่าเหม็นกว่าอาหารที่ต้ม

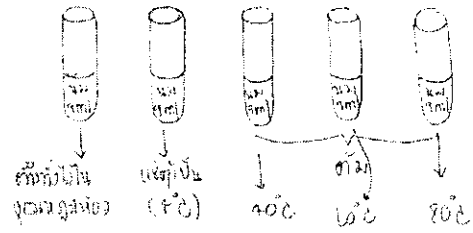
ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น ปริมาณแบคทีเรียในน้ำซอส, ปริมาณน้ำซอส (การใช้ความร้อน)

ตัวแปรตาม ระยะเวลาที่อาหารเริ่มจะบูดเน่าเสียหาย

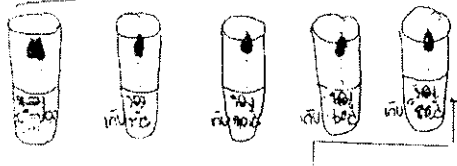
ตัวแปรควบคุม ปริมาณน้ำซอส, อุณหภูมิและระยะเวลาในการต้ม

ผลการทดลอง (จะนำเสนอผลอย่างไรดี)

① 

② 1 ทำเหมือนกัน สังเกตลักษณะทางกายภาพ(สี กลิ่น ค่า pH รส)

③ หยดสารละลาย Methylene Blue หลอดละ 1 ml



④ สรุปผลการทดลอง และนำเสนอ

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตาราง ① แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Methylene Blue ในน้ำนมดิบ

ชนิดน้ำนมดิบ	เวลา (นาทีที่)											
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
อุณหภูมิห้อง													
อุณหภูมิ 4°C													
อุณหภูมิ 40°C													
อุณหภูมิ 60°C													
อุณหภูมิ 80°C													

ตาราง ② แสดงลักษณะทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงของ Methylene Bl

ชนิดน้ำนมดิบ	สี, กลิ่น, รส	ค่า pH	นาทีที่ Methylene Blue เปลี่ยนสี (นาที)	Grade นม
เก็บอุณหภูมิห้อง				
เก็บอุณหภูมิ 4°C				
เก็บอุณหภูมิ 40°C				
เก็บอุณหภูมิ 60°C				
เก็บอุณหภูมิ 80°C				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ให้นักเรียนอธิบายหลักการในการถนอมอายุของนมดิบ หลักการในการยืดอายุของนมดิบ คือ การฆ่าเชื้อแบคทีเรียและจุลินทรีย์ต่างๆที่อยู่ในน้ำนมดิบ เพื่อไม่ให้เชื้อโรคแล้วนมก็สามารถอยู่ได้นานขึ้น โดยการให้ความร้อนในนมเพื่อทำลาย หากลูกค้า และจุลินทรีย์ เพื่อยืดอายุของนมให้นานขึ้น

.....

2. วิธีการใช้ความร้อนสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเสียสามารถใช้วิธีอย่างไรได้บ้าง ① Pasteurization เพื่อทำลาย pathogen ในนม ทุกชนิด ต่อมา จุลินทรีย์ที่ทนได้ ต้องถูกต้ม ที่อุณหภูมิสูง โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน ② Ultra Heat Treatment สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด

3. จงอธิบายวิธีการพาสเจอร์ไรส์เซชั่น (pasteurization) น้ำนม เป็นการให้ความร้อนแก่น้ำนมเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหรือเป็นพิษ ได้แก่ bacteria เชื้อรา และยีสต์ การ pasteurization เป็นการทำลายจุลินทรีย์ประมาณ 95-99 % โดยแบ่งวิธีออกเป็นสองกลุ่มตามความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา แบบช้า (อุณหภูมิต่ำ เวลานาน) และแบบเร็ว (อุณหภูมิสูง เวลาสั้น) หลังจากผ่านความร้อนแล้วต้องทำให้เย็นลงทันทีเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ได้ถูกทำลายไป หลังการพาสเจอไรส์จะมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 3 วัน

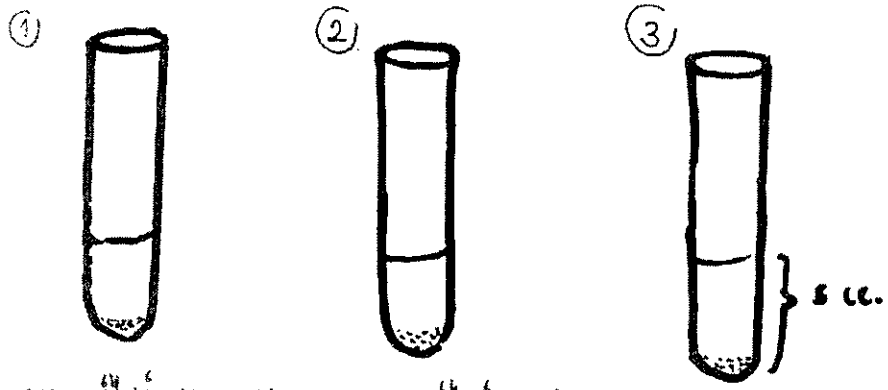
4. ในฐานะที่นักเรียนเป็นผู้บริโภคนมนักเรียนเลือกที่จะบริโภคนมที่ผ่านกระบวนการใดเพราะเหตุใด
ผู้เขียนเลือกดื่มนมโรงเรียนที่ผ่านกระบวนการ Pasteurization เพราะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ดีและยังคงคุณค่าทางโภชนาการ enzyme ต่างๆ ที่ดีต่อร่างกายได้ดีกว่า Sterilized Milk มีคุณภาพการเก็บรักษาที่ดีและยังมีกลิ่นรสนมที่คุณภูมิใจ ซึ่งไม่จำเป็นต้องนำไปต้มก่อนบริโภคเหมือนในวันหยุดที่ระยะห่างจาก Pasteurized Milk อีกทั้งกระบวน Sterilization เช่น UHT ไม่ต่างกันมาก มีผลเล็กน้อยต่อ lactose และวิตามิน โปรตีนเสียสภาพเล็กน้อย และเกลือแร่ในนมเกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ทำให้นักเรียนสามารถได้รับสารอาหารต่างๆ ได้แก่ น้ำ, โปรตีน เช่น casein, ไขมัน, lactose (Carbohydrate), วิตามิน, เกลือแร่

5. ผลการทดลองที่กลุ่มนักเรียนช่วยกันออกแบบนั้นบอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง
- แบคทีเรียเจริญเติบโตได้มาก-น้อย แตกต่างกัน ตามอุณหภูมิของนม โดย bacteria เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิสูง และไม่ดีในอุณหภูมิต่ำ
- Methylene Blue เป็นสารละลายที่ใช้ในการทดสอบปริมาณ bacteria ในน้ำนม โดยถ้า Methylene Blue จางสีลง (เหมือนไปว่า) เร็ว แสดงว่านมนั้นมี bacteria มาก ถ้าเปลี่ยนสี (เหมือนไปว่า) ช้า แสดงว่านมนั้นมี bacteria น้อย หรือคุณภาพดีนั่นเอง
- การต้มนมในอุณหภูมิต่ำเวลานาน สามารถทำให้สูญเสียคุณภาพและจำนวน bacteria ต่างกันไป

(ต่อ) วิธีการที่จะทำให้จุลินทรีย์ของนมทุกชนิดตายด้วยความร้อนที่ temp 140° F อย่างน้อย 30 นาที หรือที่ temp 161° F 1 วินาที จุลินทรีย์สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นพิษได้ แต่ไม่ทำให้กลิ่น รส และส่วนประกอบของนมเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรส์จะทำลายเชื้อรา ยีสต์ที่มีอยู่ในนม

กลุ่ม 7

- ชนิดนมเมื่อหยดสารละลาย HCl ลงไปหลอดละ 2 cc. -

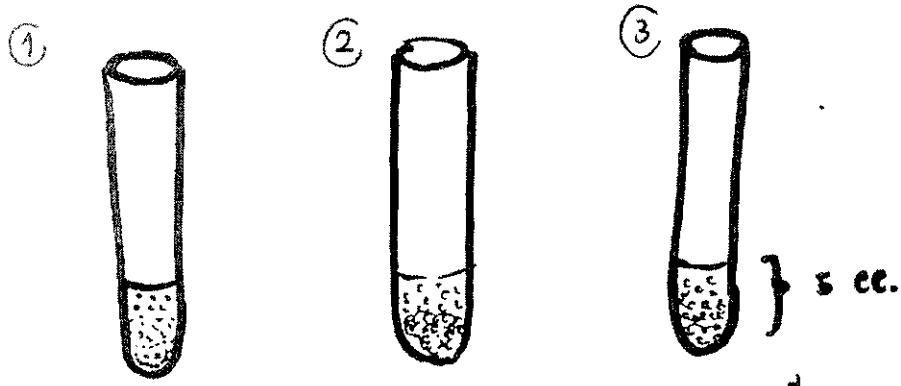


พาสเจอร์ไรส์ รสหวาน พาสเจอร์ไรส์ รสจืด UHT รสจืด

ลักษณะ (เมื่อใส่สาร) : มีสีขาวนวล ตกตะกอน เป็นก้อนๆ สีขาวอมเหลือง

ลักษณะก่อนใส่สาร : Pas. รสหวาน - สีขาวนวล, กลิ่นหวานนิดๆ
Pas. รสจืด - สีขาวนวล, กลิ่นนม
UHT รสจืด - สีขาวนวล, กลิ่นนม

- ชนิดนมเมื่อหยดสารละลาย $AgNO_3$ ลงไป หลอดละ 10 หยด -



พาสเจอร์ไรส์ รสหวาน พาสเจอร์ไรส์ รสจืด UHT รสจืด

ลักษณะ (เมื่อใส่สาร) : มีสีขาวนวล ตกตะกอน - จับตัวกัน ที่จุดหลอด สีขาวอมเหลือง

ลักษณะทั่วไป ก่อนใส่สาร : Pas. รสหวาน - สีขาวนวล, กลิ่นหวานนิดๆ
Pas. รสจืด - สีขาวนวล, กลิ่นนม
UHT รสจืด - สีขาวนวล, กลิ่นนม

การแปลงสภาพโปรตีนในน้ำนม • กลุ่ม 3 ม.2/1

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีนในน้ำนม

นมชนิดต่างๆ	ใส่ HCl 2 cc	หยด $AgNO_3$ 10 หยด
Pas. หวาน	น้ำแยกออกมาจากนม นมแข็ง	นมจับก้อนเล็กน้อย กลิ่นคงเดิม
Pas. จืด	นมแยกตัวออกจากน้ำ นมแข็ง มีก้อนสีน้ำตาลเล็กน้อย กลิ่นเหม็นเดิม	กลิ่นเหม็นเดิม ตกตะกอนด้านล่างเล็กน้อย สีขาวขุ่น
UHT	นมแยกตัวกับน้ำเล็กน้อย สีขาวขุ่น กลิ่นหายไป	กลิ่นเหม็นเดิม มีตะกอนด้านล่างเล็กน้อย สีเหม็นเดิม

VITAE

VITAE

Name: Chanawat Bunnag

Date of Birth: October 24th , 1967

Place of Birth: Bangkok, Thailand

Address: 350 Sukothai Rd. Dusit Bangkok. 10300, Thailand

Position: Head of Science Department, Chitralada School

Office: Chitralada School Chitralada Villa, Dusit Palace Dusit Bangkok, Thailand 10303

Educational Background :

2005	Doctoral of Education (Science Education) from Srinakarinwirot University
1995	Master of Science (Environment) from Kasetsart University
1988	Bachelor of Education (Biology and general science) (2nd honor) from Chulalongkorn University
1984	MS 6 from Chulalongkorn University Demonstration School

507.12
CH454D
C.3

A DEVELOPMENT OF AN EXTRA SCIENCE CURRICULUM WITH EMPHASIS ON COMMUNITY RESOURCES

AN ABSTRACT

BY

CHANAWAT BUNNAG

30 มิ.ย. 2549

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
August 2005

Chanawat Bunnag. (2005). *A Development of an Extra Science Curriculum with Emphasis on Community Resources.* Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Nason Phonphok, Assoc. Prof. Dr. Kanjana Chookruvong, Dr.Manat Boonprakob.

The main idea of this study was to investigate how improve of students in learning science using community resources with the active learning approaches being integrated into an extra science curriculum. The purposes of this study were as follows:

1) To develop an extra science curriculum with emphasis on community resources (The Royal Chitralada Projects).

2) To measure and compare student's scores of achievement, science process skills and scientific attitudes before and after an extra science curriculum has been applied.

3) To evaluate an extra science curriculum for grade 8 with emphasis on community resources.

This study was a research and development methodology. Research methodologies were as follows:

1) Prepare the document concerning an extra science curriculum with emphasis on community resources.

2) Design the curriculum.

3) The implementation of the curriculum.

4) Evaluate the curriculum and re-develop.

Method of learning activities are active learning approaches included inquiry, cooperative learning and science communication. Learning contents are dairy farm, milk, milk collection centre and dairy processing in community resources "The Royal Chitralada Projects."

The subjects were 69 students from Year-8 level (MS2) in the second semester of the academic year 2004 from Chitralada School. Eight research instruments are the assessment form of an extra science curriculum draft, an individual examination paper for science learning achievement, an individual examination paper for science process skills, scientific attitudes questionnaire, the behavioral observation form on the field trip to community resources, the group working assessment form, the presentation assessment form after the learning activities, and the science communication assessment

form. The statistics used in this study were defined in two categories: 1) basic statistics: mean, standard deviation, and coefficient of variation and 2) statistics for testing hypotheses: t-test independent and t-test for one group.

The findings were as follows:

1) The evaluation of suitability and consistency of the draft curriculum from experts' marks indicated that the draft curriculum can be applied with students in junior high school.

2) The students' achievement post-test scores are significantly higher than the students' achievement pretest scores.

3) The students' science process skills post-test scores are significantly higher than the students' science process skills pretest scores.

4) The students' scientific attitudes post-test scores are significantly higher than the students' scientific attitudes pretest scores.

5) The behavioural observation average scores on field trip to community resources are in a good and very good levels assessed by three groups of assessors, which are students themselves, friends and teacher. The average scores of students by three groups of assessors are fairly close.

6) The group working average summation and percentage are in a very good level. The average scores in the third time of the assessment are higher than those in the second and the first time by three groups of assessors, students themselves, friends and teacher respectively. The coefficient variation (C.V.) results from these three groups of assessors in each time are not distinctly different from one another and decline at every time when they were assessed.

7) The summation and percentage scores of the presentation after learning activities are in a very good level. The average scores in the third time of the assessment are higher than the second and the first time by three groups of assessors, students themselves, friends and teacher respectively. The coefficient variation results from these three groups of assessors in each time are not distinctly different from one another and decline at every time when they were assessed.

8) The assessment results of science communication: presentation by PowerPoint program and the use of Poster can be concluded that the percentage of scores from three groups of assessors, students themselves, friends and teacher are in a very good level. The coefficient variation from three groups of assessors are fairly close.

It can be concluded that an extra science curriculum with emphasis on community resources affected students' achievement, science process skills and scientific attitudes. Community resources play an important role in teaching and learning. Learning atmospheres are both active and cooperative. In addition, they create creative thinking in science communication.

การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน

บทคัดย่อ

ของ

ชนะวัฒน์ บุนนาค

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
สิงหาคม 2548

ชนะวัฒน์ บุนนาค. (2548). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค, รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์, อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ.

การวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายหลักสามประการ คือ เพื่อพัฒนาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน ศึกษาวัดผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียนตามหลักสูตรดังกล่าวทั้งก่อนและหลังการใช้หลักสูตร และประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในหลักสูตรใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น การวิจัยดำเนินการในรูปของการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ การเตรียมหลักสูตร ออกแบบหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร การประเมินและปรับปรุงหลักสูตร รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ใช้ในหลักสูตรเน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ในส่วนของ โรงโคนมสวนจิตรลดา ศูนย์รวมนม และกระบวนการผลิต

นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนจิตรลดา จำนวน 69 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล มี 8 ชนิด ได้แก่ แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชน แบบประเมินการรายงานผลหลังกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมพาวเวอร์พอยท์และป้ายนิเทศ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (C.V.) และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ได้แก่ ค่าที (t - test independent และ t - test for one group)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ หลักสูตรได้ผ่านการตรวจสอบเชิงโครงสร้างและความสอดคล้องของหลักสูตรกับมาตรฐานการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้หลักสูตรและได้นำไปศึกษาทดลองเบื้องต้นที่โรงเรียนจิตรลดา ชั้น ม.2 หนึ่งห้อง ได้ปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสม หลักสูตรที่ผ่านการปรับปรุงได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนจิตรลดา ชั้น ม.2 อีกสองห้องที่เหลือ จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการสอบหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ในการสอบหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินโดยแบบสอบถามที่นักเรียนทำหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนเฉลี่ยการทัศนศึกษาจากการประเมินโดยแบบสังเกตพฤติกรรมในการทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ชุมชน โดยผู้ประเมินสามกลุ่มคือ ตัวนักเรียน เพื่อนและครู อยู่ในระดับดีและดีมาก คะแนนเฉลี่ยการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบประเมินการทำงานกลุ่มโดยผู้ประเมินสามกลุ่มคือ ตัวนักเรียน เพื่อน และครู อยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้ประเมินสามกลุ่มคือ ตัวนักเรียน เพื่อน และครู อยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับแหล่งเรียนรู้ชุมชน โดยนำเสนอด้วยวาจาประกอบกับการใช้โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์ และการนำเสนอด้วยป้ายนิเทศ ซึ่งประเมินโดย ตัวนักเรียน เพื่อน และครู อยู่ในเกณฑ์ดีมากทั้งสองวิธีการ

สรุปผลงานวิจัยได้ว่า การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่เน้นแหล่งเรียนรู้ชุมชนเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แหล่งเรียนรู้ชุมชนมีความสำคัญควบคู่กับการเรียนการสอน บรรยากาศในการเรียนมีลักษณะเป็นบรรยากาศการเรียนแบบกระตือรือร้น เกิดความร่วมแรงร่วมใจในการทำงานกลุ่ม นอกจากนี้ ยังส่งผลดีในด้านความคิดสร้างสรรค์ในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์