THE DEVELOPMENT OF A SCHOOL-BASED ELECTIVE SCIENCE CURRICULUM WITH AN INCLUSION OF LOCAL WISDOM FOR THE LOWER SECONDARY SCHOOL

A DISSERTATION

BY

NATCHANOK JANSAWANG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Doctor of Education Degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

March 2005

Copyright 2005 by Srinakharinwirot University

The dissertation titled

The Dissertation Titled

"The development of a school-based elective science curriculum with an inclusion of local wisdom for the lower secondary school"

by

Mrs. Natchanok Jansawang

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

(Asst. Prof. Dr. Pensiri Jeradechakul)

..... March 2005

Oral Defense Committee

..... Chair

(Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyounoi)

..... Co-advisor

(Dr. Chinda Tambunchong)

..... Co-advisor

(Dr. Precharn Dechsri)

.....Reader

(Dr. Manat Boonprakob)

.....Reader

(Dr.Somsri Tangmongkollert)

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deep gratitude to Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyounoi the chairperson, Dr.Chinda Tambunchong and Dr. Precharn Dechsri, adviors, for their kind guidance, valuable comments and encouragement.

I would like to thank Dr.Manat Boonprakob and Dr.Somsri Tangmongkollert, my readers, for their valuable suggestions; Dr.Nitaya Klangchanee for her editing of the final draft of this research study; Prof. Dr. Peter W. Hewson for his advice and assistance during my stay at UW-Madison, USA; Dr.Prayaong Pongthongchareon, former Director of Science Center, SWU, and his staff, for their co-operation throughout the study; The Institute for Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), for the financial support of my study at Srinakarinwirot University and University of Wisconsin Madison.

My sincere gratitude is extended to all the instructors in the Science Education Center, Srinakarinwirot University, for their guidance. Also, I would like to extend my appreciation to Assoc. Prof. Dr. Paitoon Suksringarm and Assoc. Prof. Dr. Natthapong Chareonpit, for teaching me all about science education.

I would like to thank President of Rajabhat Maha Sarakham University, Dean of Faculty of Science and Technology and my colleagues for their support.

My appreciation is also for the following people who participated in my thesis: Ajarn Siranee Walmultri, Chutivat Nitivarakul, Vilawan Nitivarakul, and Pattanapong Jansawang, for their help.

I would like to thank these following people, Assoc. Prof. Dr. Praseart Sripairot, Assoc. Prof. Dr. Paitoon Suksringarm, Dr.Supranee Tanyawad, Assoc. Prof. Somjit Sawathanapaiboon, Ajarn Varapich Patanasethanon, Assoc. Prof. Kasom Palung Asst. Prof. Dr. Suthiwan Peerasaksopon, Assoc.Prof. Nittaya Saesim, Asst. Prof. Sunan Buhdsart and Asst. Prof. Pradit Agathat for their kindly checking the content validity and their suggestions regarding the research instruments.

I would also like to thank Ajarn Narongrit Sopa and Alex A. Mavronicles for their reading of my work.

My special thanks go to my friends, Dr. Poonsuk Udom and other doctoral students in the Science Education program, SWU for their assistance and encouragement.

To my beloved family, my mother, my husband, my sons, and my relatives I owe them gratitude for their kindness, encouragement and assistance throughout the study.

Natchanok Jansawang

TABLE OF CONTENTS

Chapter		Page
1	INTRODUCTION	1
	Background	1
	Research Objectives	4
	Significance of the study	4
	Scope of the study	4
	Definition of Terms	6
	Research Scheme	8
	Research Hypotheses	10
2	REVIEW OF THE RELATED LITERATURE	11
	Curriculum Development	12
	Teaching and Learning Theory and Practice in science	14
	Assessment in Science	27
	Local Wisdom and Science Teaching	31
3	METHODOLOGY	35
	Participants	35
	Research Procedures	36
	Research Instruments	38
	Data Collection	43
	Data analysis	44
	Roles of Individual in the study	44
4	FINDINGS	46
5	CONCLUSION AND DISCUSSION	76

TABLE OF CONTENTS (continued)

Chapter Page

Objectives of the study 76

Research Hypotheses 76

Research Instruments 77

Research Procedures 77

Conclusion 78

Discussion 83

Recommendations 88

BIBILOGRAPHY 92

APPENDIX 101

APPENDIX 1 102

APPENDIX 2 143

APPENDIX 3 157

APPENDIX 4 161

APPENDIX 5 168

VITAE 245

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Changing emphasis of science contents and activities	18
2	Investigative steps and suggested activities	23
3	Learner-Centered Psychological principles	24
4	Components and generalized criteria for manipulative skills	30
5	Numbers of test items classified by units	40
6	Research tools and collection period	43
7	Classification of subjects based on two schools and units	48
8	Pre- and post-test scores of the students from both schools	49
9	t-test results of pre- and post- test scores of the students from both schools	50
10	Pre- and post-test scores of the students from Nguaba Wittayakhom School	50
11	t-test results of pre- and post-test scores of the students from Nguaba Wittayakhom School	51
12	Pre- and post-test scores of the students from Mittraphap School	51
13	t-test results of pre- and post- test scores of the students from Mittraphap School	52
14	The pre-test scores of the students from both schools	53
15	ANOVA results of pre-test scores classified according to units	53
16	The post-test scores of the students in different units	54
17	ANOVA results of post-test scores classified according to units	55
18	The scores of science process skills of the students from both schools	56
19	The scores of science process skills of the students from both schools	57
20	t-test results of science process skills	57
21	Science process skills of the students from both schools	58
22	t-test analysis of science process skills	58
23	Manipulative skills of the students from both schools	60

LIST OF TABLES (continued)

Table		Page
24	t-test analysis of the manipulative skills of the students from both schools	61
25	Manipulative skills of the students from Nguaba Wittayakhom School	62
26	t-test analysis of manipulative skills of the students in Nguaba Wittayakhom School	62
27	Manipulative skills of the students from Mittraphap School	63
28	t-test analysis of manipulative skills of the students from Mittraphap School	64
29	Attitude towards learning science of the students from both schools	65
30	t-test analysis of the attitude towards learning science of students from both schools	66
31	Attitude towards learning science of students from Nguaba Wittayakhom School	66
32	t-test analysis of the attitude towards learning science of students from Nguaba Wittayakhom School	67
33	Attitude towards learning science of students from Mittraphap School	67
34	t-test analysis of the attitude towards learning science of students From Mittraphap School	68
35	The teachers' opinions towards the curriculum	69
36	Products in Maha Sarakham from the OTOP project	145
37	Topics and sources in gathering local wisdom and resources	146
38	List of research instrument experts (I)	158
39	List of research instrument experts (II)	159
40	List of experts for curriculum evaluation	160
41	General information regarding participating teachers in the second semester, 2003 academic year	162
42	Difficulty and discrimination index of the test (I)	163
43	Difficulty and discrimination index of the test (II)	164
44	Mean and standard deviation of teachers' opinions towards the curriculum	166

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Scheme of the Study	9
2	A model of the scientific inquiry process	16
3	Approximate time and main outcomes of the learning cycle	37
4	Comparison of the teachers' opinions towards the curriculum against the criteria	69
5	Phases and main outcomes of the learning cycle	105

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Background

The Thai education system was reformed according to the Thai National Education Act (TNEA) of 1999 (ONEC, 1999). As a result of the TNEA, the Basic Education Commission of Thailand prescribed a core curriculum known as the Basic Education Curriculum (BEC) of 2001. The development and reform of school curriculum is an on-going process in Thailand. A large number of schools (2,007 schools) began using the BEC in the 2002 academic year, starting at the 1st, 4th, 7th, and 10th grade levels. The substance for the basic curriculum as prescribed in the BEC consists of: 1) a body of knowledge, skills or learning processes, 2) values or virtues, 3) morality and right behavior. The BEC curriculum includes eight strands: 1) Thai language, 2) mathematics, 3) science, 4) social studies, religion and culture, 5) health and physical education, 6) art, 7) career and technology and 8) foreign languages (MOE. 2002: 5).

> The aims of Thai educational reform are to improve Thai education through
>
> 1) making curriculum more flexible to address specific circumstances at local levels
>
> 2) implementing a curriculum more diversified in terms of contents and programs to meet the needs of individual
>
> 3) a more decentralized educational system in terms of administration and management to allow schools, parents, local community members, and various sectors and stakeholders to participate in curriculum development (Miralao ; & Gregorio. 2000: 41).

Prior to the introduction of the Thai National Education Act of 1999, a number of governmental offices were involved in designing and developing the entire curriculum in Thailand along with the Department of Curriculum and Instruction Development (DCID). In the case of science, the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), a national institute, is assigned with the duties and responsibilities of designing and developing curriculum, instructional materials and teaching-learning activities (Pisarn Soydhurum. 2001: 7). In 1990 the IPST prescribed revisions to curriculum for the 1978 lower secondary school science curriculum (Downer ; & Rana. 1999: 168). The 1990 lower secondary school science

curriculum was used until the launch of the Basic Education Curriculum.

There are some problems, however, concerning the 1990 curriculum and its implementation. Chinnapat Bhumirat (2001: 2) argues that "the principles, theories and contents of IPST curriculum lack coherence and are irrelevant to real life experiences" and limited to memorizing subject matter rather than developing student creativity and other desirable attributes and values. Science instruction in Thailand emphasized on lecture methods to ensure that all contents needed in preparing for university entrance examination were covered (Chinapat Bhumirat. 2001: 5; Kiat Ampra; & Chajane Thaithae. 1999: 130). Students lacked opportunities to practice skills, both in scientific and thinking processes, which are essential for science learning. Another problem is that students are usually evaluated based upon what they have memorized, rather than their scientific process skills (Sor Wasna Pravalpruk. 1999: 73). In addition, assessment tools related to development of attitudes towards science are virtually nonexistent.

Developing science curriculum in Thailand should be based on Science National Standards and guidelines which were developed by the IPST. The national standards for science education were criteria for assessing the quality of learning in each grade level. The national evaluation will be conducted for students at the end of the 3^{rd}, 6^{th}, 9^{th} and 12^{th} grades. The national science educational standards provide a framework for common focus on what can be achieved. IPST prescribes minimum standards for students in each key-stage: what students should know and what they should be able to do. There are eight standard areas in science: 1) Living and Life Existence Processes, 2) Life and Environment, 3) Properties of Matter, 4) Force and Motion, 5) Energy, 6) Evolution of The Earth, 7) Astronomy and Space and 8) Nature of Science and Technology (MOE. 2002: 18-20).

Therefore, teachers are trusted with the responsibility to develop their school-based curriculum. Their participation in curriculum development can also enhance their profession (Kirkwood. 2001: 5). Science teachers, however, struggle to develop a curriculum because they are primarily curriculum users, not curriculum developers. They teach science by following textbooks and materials suggested by the IPST. Some of them may not have enough experience to develop their own curriculum based on the National Education Standards. Also, teachers who have no chance to participate in workshops on curriculum development may not understand or become confused regarding how a curriculum is developed, or why it needs to be

developed at the school level. Therefore, in real situation it is not an easy task for a teacher to develop a curriculum even through it is vital for teachers to develop their capacity to design a school-based curriculum. Ornstein; & Hunkins (1998: 232) advise that necessary components to be considered in developing a curriculum are content, experiences, criteria for selecting experience, and the relationship of content and experience. In the Pillay report which published on using the new curriculum in pilot schools in Thailand, the author suggested some aspects of teachers' understanding to develop vital competencies to implement student-centered learning, focusing in the basic education curriculum. These aspects include new knowledge and learning strategies, integrated teaching, assessment and evaluation, information and communication technology (ICT) competency, mentoring, and action research (Pillay. 2002: 27-29).

The Thai National Education reform does not only focus on developing curriculum at the school level, but also on applying local wisdom to classroom instruction. In science teaching, there are many kinds of local knowledge and resources that can be applied to classroom instruction. Many local people have their own knowledge or techniques for selecting chemicals to use. Some local wise men/women know how to use local plants as detergents or various substances as cleaners to make herbal soaps and shampoos. They also use natural plants or insects as food odor enhancers such as: *Limnophila aromatica* (Lomk.) Merr, a type of herb used in fish soup, the giant male water bug, a kind of insect used in many kinds of chili dipping (Namprigs). They use natural plant ingredients such as *Neem* fruit solution as insecticidess. In addition, eating *Neem* flowers or young leaves is recognized as a cure for various diseases such as diabetes and stomachache. Many local wise women have their traditional techniques to dye cotton and silk from natural plants. Likewise, local wise men have their own ways to dye fishnets. These knowledge and resources are valuable for Thai people to learn.

Local wisdom and resources regarding particular chemicals and their properties can be taught in science classroom. Chemicals and their impacts on each reaction can be explained by using scientific knowledge (Verapong Seang-Xuto. 2000: Abstract). In this study, the participating teachers and the researcher gathered local wisdom and resources that could be applied to teach science concepts related to chemicals used in everyday life. It was expected that students would feel that science contents should not be far from their real lives and could

increase their enthusiasm for learning science (Keating. 1997: 25; Epp. 1995; citing Cessna; & Cessna. 2001: 28). Also, students would understand the traditional practices of local people and the scientific reasons for such activities. Teaching science by inclusion of local knowledge and resources should not only increase student understandings of science concepts, but also conserve local wisdom and traditional practices.

It is important, therefore, for schools to develop their own curriculum that apply local wisdom in designing learning activities. The main focus of this research was to develop a lower secondary science curriculum based on the Third aspect of the Thai National Education Standard--*Chemicals and their Properties*. The contents of this curriculum focused on *Chemicals in Everyday Life* targeting application of local wisdom.

Objectives of the Study

Research objectives are

1. to develop and implement an elective science course, *Chemicals in Everyday Life,* for the lower secondary school students. The curriculum is based on the strand -*substances and their properties.*
2. to study the results of implementing the elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* on students' learning outcomes.
3. to determine teachers' opinions on the elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life.*

Significance of the Study

The results of this study will provide useful information for developing a science curriculum which emphasizes the inquiry learning cycle. It will be possible for local science teachers to apply the design format to develop other science courses. Moreover, the instructional plans for this curriculum will be one cycle of the 5Es learning cycle as One Course One Cycle and focus on student investigations. The approach used in this curriculum will be recognized as a model of instructional strategy. This study will provide useful information on the roles of the teacher and the student.

Scope of the Study

This curriculum is an elective science course for the lower secondary school students called *Chemicals in Everyday Life.* Its contents are treated under five major topics: detergents; food additives and preservation of food; natural dyes ; natural insecticides and insecticides; and herbal medicine. The strategy for application of this curriculum to classroom instruction was *One Course One Cycle* of the inquiry-based learning utilizing the local wisdom.

Teachers and students who participated in this research were as follows:

1. Phase I: Designing the Curriculum

1.1 Participating Teachers: Participating teachers were three local science teachers of secondary school in Maha Sarakham. They participated in considering documents and activity plans. They had at least five-year experiences in teaching science courses. In this phase a teacher at Kampom Wittayakom School taught a MS. 2 classroom in the preliminary phase.

1.2 Participating Students: Participating students were one classroom of MS 2 students at Kampom Wittayakhom School who studied in the class taught by a participating teacher in the second semester of the 2003 academic year.

2. Phase II: Field Study

2.1 Participating Teachers: Participating teachers were two local science teachers of secondary school in Maha Sarakham. The first teacher taught at Nguaba Wittayakhom School, Vapipathum District. The second teacher taught at Mittraphap School, Kaedum District. These teachers participated in considering documents and activity plans.

2.2 Participating Students: Participating students were a classroom of students who were taught by each participating teacher in the second semester 2003 academic year. The numbers of subjects in Nguaba Wittayakhom School and Mittraphap School were 27 and 41, respectively.

Definitions of Terms

1. The "Curriculum" is a curriculum for an elective science curriculum for the lower secondary students, *Chemicals in Everyday Life.* The curriculum is based on the 3rd Thai National Science Education Standard (TNSES), *Chemicals and their Properties,* with inclusion of local wisdom. The curriculum is instructed using the inquiry learning cycle. Its contents consist of five major topics: 1) detergents, 2) food additives and preservation of food, 3) natural dyes , 4) natural insecticides and 5) insecticides and natural medicine.

2. The "Local Wisdom" is the body of knowledge, abilities, and skills of Thai people accumulated through many years of experience, learning, development, and transmission. Local wisdom has helped in solving the problems and contributed to the development of people's way of life in accordance with the changing time and environment (Rung Kaewdang. 2001: online).

This study focused on the local wisdom related to chemicals used in daily life. This local wisdom was applied to contents, investigations, laboratories, media, learning resources, and science projects.

3. The "Learning Cycle" is a model of the instruction in cyclic manner that students construct their own understandings. This study had learning cycle activities for the whole curriculum in one cycle. The cycle consists of five phases including engagement, exploration, explanation and conclusion, elaboration and exchange experience, and evaluation and application. The activities and intended learning outcomes for each phase are modified from the 5Es instructional model to fit all activities. The curriculum *Chemicals in Everyday Life* was designed to use this learning cycle as *One Course One Cycle.*

4. The "Inquiry Cycle" is a cycle of scientific knowledge construction consisting of posing questions, predicting the results, conducting experiments, modeling the explanation, and applying knowledge.

5. "Groups of Units of Investigations" are groups of students who investigated the topics of their interest after they met and asked local people questions and study provided documents in the engagement phase. This research classified the topics into five groups: detergents; food additives and preservation of food; natural dyes; natural insecticides and

insecticides; and herbal medicine. The topics for each group investigation focused only on the unit topics submitted by the group.

6. The "Learning Outcomes" refers to students' performances that demonstrate their abilities in intellectual, affective, and practical domains. The three major groups of learning outcomes assessed in this study are as follows:

6.1 "Achievement" is students' intellectual abilities that are demonstrated from learning through this curriculum. Science achievement involves 1) knowledge and comprehension, 2) application of scientific knowledge and methods and 3) process of scientific inquiry. This research, student achievement was assessed by pre- and post-tests.

6.2 "Science Process Skills" is students' abilities to do scientific inquiry demonstrated in learning through the curriculum. Two types of science process skills assessed are intellectual skills and manipulative skills.

This study assessed science process of intellectual skills which include 1) formulating hypothesis, 2) identifying and controlling variable, 3) experimenting, 4) observing, 5) classifying, grouping and organizing, 6) interpreting data, 7) inferring and making conclusion and 8) communicating data. Science process skills were assessed as a group of topical study of students' investigative reports.

Manipulative skills that students demonstrated were assessed while students were conducting experiments by using a check-list form.

Both intellectual science process skills and manipulative skills that student performed were determined base on scoring criteria.

6.3 "Attitudes Towards Learning Science" is students' feelings, emotions, interests in science and the study of science, affected by doing activities in this curriculum. Attitudes towards learning science were assessed by a questionnaire.

7. "Teachers' Opinion Towards the Curriculum" refers to teachers' feelings regarding the curriculum: *Chemicals in Everyday Life.* These feelings are affected while considering documents and instructing this curriculum. Teachers' opinions towards the curriculum were assessed by using a questionnaire.

Research Scheme

As a Northeastern (Isarn) citizen who has been living in Maha Sarakham Province for more than fifteen years, the researcher is particularly interested in groups of chemicals used in everyday life which are related to local wisdom activities and products in Maha Sarakham. The preliminary survey, local people interviews, discussion with local teachers and also searching from web sites regarding chemicals in everyday life and in the OTOP (One Tambon One Products) in Maha Sarakham were conducted. The OTOP products, which are created by the local people under the policy and great support of the Thai government, reflect the local wisdom and natural resource. From the survey and study, the chemicals in everyday life related to local wisdom grouped as chemicals in 1) detergents, 2) food additives and food preservation, 3) natural dyes s, 4) natural insecticides and insecticides and 5) herbal medicine. These five chemical groups were focused as the local wisdom and resource in developing the *Chemicals in Everyday Life* curriculum. The content of the curriculum is under the "Properties and Matters" strand in Science Educational Standard of the "Basic Education Curriculum of 2001," Thailand. The curriculum was designed as an elective science curriculum for the 8^{th} grade students in Maha Sarakham. Inquiry-based learning cycle that focuses on students' investigations was used in the teaching and learning process. The procedures of this study were divided into four major phases: curriculum preparation, curriculum design field study and curriculum evaluation. The scope of the study is shown in Figure 1.

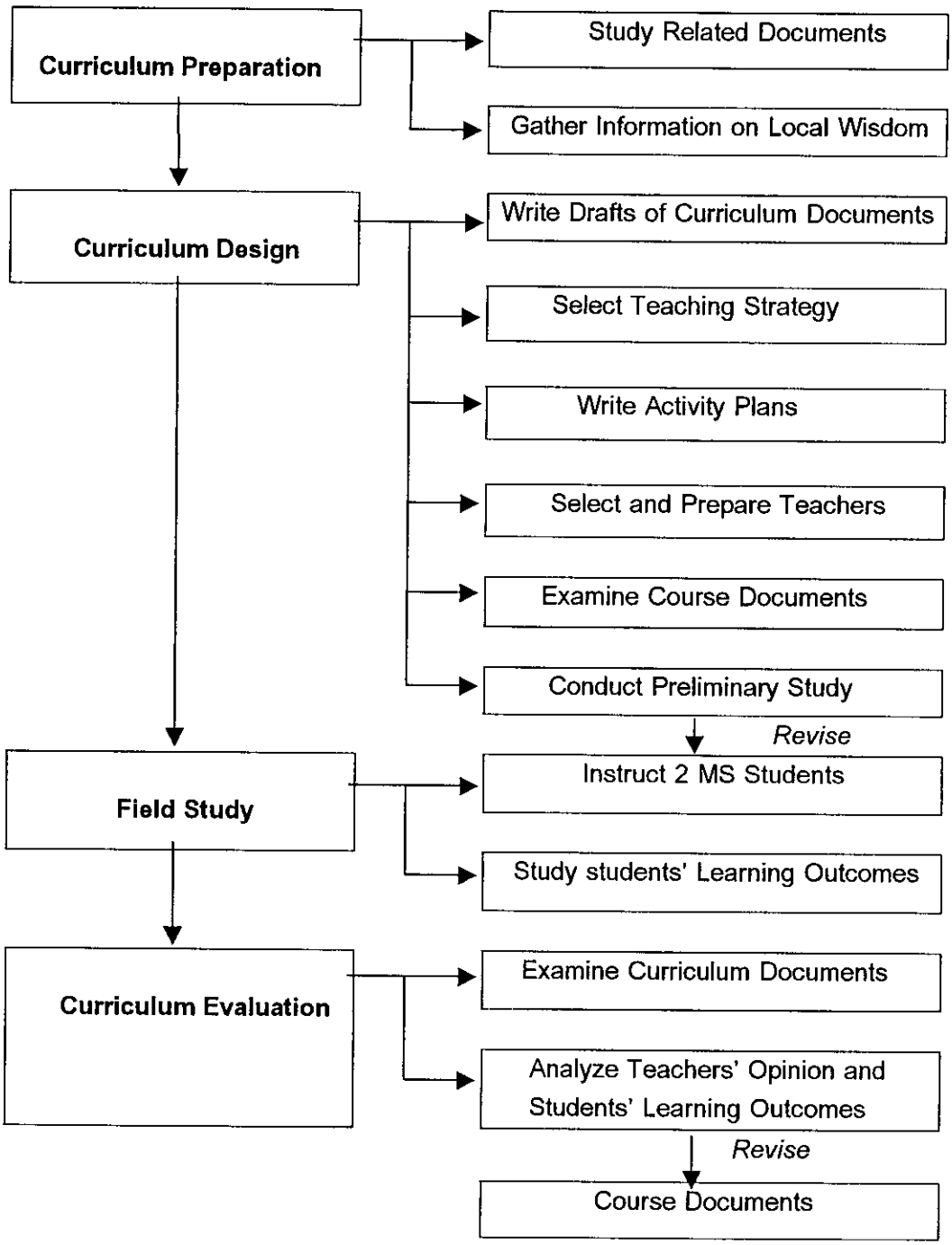


Figure 1 Scheme of the Study

Research Hypotheses

The hypotheses of this study are:

1. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have higher post-test scores than pre-test scores.

2 The mean scores of the students who do activities in different units of the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* are not different.

3. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have science process skills at a high level.

4. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have manipulative skills at a high level.

5. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have attitudes towards learning science at a high level.

6. Teachers who implemented the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have positive opinions towards this curriculum at a high level.

CHAPTER 2

REVIEW OF RELATED LITERATURE

This chapter reviewed the scholarly literature that is relevant to the research objectives and the circumstances in which they are explored. The literature review aims to identify the various exemplary perspectives of science education that can be used to explain: 1) curriculum development, 2) teaching and learning theories and practices in science, 3) assessments in science and 4) local wisdom and science teaching.

Curriculum Development

The word "Curriculum" is variously defined and there are many definitions given in relation to schools and teachers. For example, Taba (1962: 11) defined this term as "a plan for learning"; Neagley; & Evans (1967: 2) defined it as "all of the planned experiences provided by the school to assist pupils in attaining the best designated learning outcomes"; and Walker (2003: 5) viewed curriculum as "a particular way of ordering content and purposes for teaching and learning in schools."

There are also many explanations regarding the term "curriculum development." For instance, Lewy (1991: 29) refered to this as "preparing a plan of operation for putting into use an existing syllabus." Barrow; & Milburn (1990: 88) suggested that curriculum development is the process for reshaping or designing a curriculum in practice. Neagley; & Evans (1967: 5) identified this term as a process of procedures including: 1) curriculum committee(s), 2) setting instructional objectives, aims and goals, 3) designing appropriate content, learning experiences and teaching aids, 4) choosing the best teaching strategy, 5) selecting the evaluation methods, 6) trying out and evaluating teaching materials, learning experiences and methods, 7) developing suitable curriculum guide and 8) providing the appropriate procedures for continuous study, evaluation and also improvement of the curriculum. Taba (1962: 6) viewed curriculum development as a complex enterprise that involves many kinds of decisions, which are made on several levels including at the school level. Ornstein; & Hunkins (1998: 27) used the term "curriculum development" to show how curriculum is planned, implemented and

evaluated. Curriculum can be developed at many levels for example, at the national, state, district and school levels. According to Chen; & Chung (2000: 3), curriculum should be developed at the school level. They state: "the best place for designing the curriculum is where the learner and the teacher interact—school." This idea was supported by Paris (1993: 69), who argues that "the most appropriate and effective curriculum w[sh]ould be created in the context of the teachers' classroom practice."

Goodlad (1994: 1267) defined that the development of curriculum at the school level is "school-focused curriculum planning" or "school based curriculum development". It occurs when each school develops its curriculum. The Centre for Educational Research and Innovation (CERI. 1979: 13) defines school-based curriculum development (SBCD) as the process which is based on school-initiated activities or school demands and curricula bring about distribution of power, responsibilities and control between central and also local educational authorities. Moreover, the legal administrative autonomy and the professional authority are required to enable schools to manage their own process of development.

Goodlad (1994: 1268) suggested that the important characteristics of SBCD are 1) being based on school philosophy or platform, 2) designing a structure of learning to fit school's educational objectives and the pedagogical principles, 3) working within a democratic and diffuse organization structure, 4) designing a learning environment based on the educational philosophy of school, including the development of learning materials and teaching programs and implementation and 5) creating an internal evaluation system.

There are advantages in developing curricula at the school level. CERI (1979: 22) pointed out that four theoretical advantages of SBCD can be applied to the specific needs or circumstances. It can be developed and implemented in schools. It focuses on interdisciplinary subjects, human and physical milieu and also motivates the school staff. This is the same trend identified by Goodlad (1994: 1269); he argued that school-based curriculum development is an attractive task for teachers and it is a direct response to student needs. The practical advantages of SBCD were demonstrated in Scotland. Teachers cooperate with educators to select, adapt and develop courses. The results show that school curricula are more relevant to local community and school needs (Hallak; & Poisson. 1999: 6).

Many people take responsibilities as stakeholders in developing curriculum; especially teachers are the most important stakeholders in making decisions. They themselves are curriculum developers in accordance with the definition of "curriculum development" given by Lewy (1991: 29): curriculum development may refer to preparing an operation plan for using an existing syllabus including the selection of textbooks and instructional materials.

Ornstein; & Hunkins (1998: 27) argued that the essential role of teachers in curriculum development is to participate in planning, implementing and evaluating curricula. According to Glatthorn (2000: 17), there are four aspects of teachers' tasks which include 1) developing a yearly planning calendar, 2) developing units of study, 3) enriching the curriculum and remedial learning and 4) evaluating the curriculum. Similarly, McNeil (2003: 7) identifies that teachers' tasks at the curriculum practical level are developing lessons, units, projects and short-and long-range plans. Accordingly, in designing their own learning units, teachers have opportunity to initiate a curriculum that is responsive to a local situation, individual students and teachers' enthusiasm (McNeil. 2003: 190).

In conclusion, the fundamental principle of developing curriculum at the school level is to develop curriculum based on schools' philosophy and visions by following the national guidelines. Developing a curriculum at the school level is a way to design curriculum to serve students' needs and classroom circumstances. Teachers take the most important roles in developing curricula to meet students' needs, experiences and abilities.

This study, an elective science curriculum for the lower secondary school level based on the 3rd of Thai National Science Education Standard was developed. Participating teachers would be involved in considering documents and activity plans. They observed classroom instructions in the preliminary study and discussed the actual events in order to revise activity plans, learning resources, materials, teachers' roles and students' roles. The researcher adopted Taba's model as a road map for developing this curriculum based on the seven-major-steps (Taba. 1962: 12) as follow:

Step 1: Analyzing the needs

Step 2: Setting objectives

Step 3: Selecting contents

Step 4: Organizing contents

Step 5: Selecting learning experiences

Step 6: Organizing learning experiences

Step 7: Determining what to be evaluated by what ways and means.

This curriculum was proposed as an elective science course for the lower secondary school students relating to chemicals in every life that both local wise men/ women and other people use. The contents were classified into five major categories: detergents, food additives and food preservations, natural dye, natural pesticide and herbal medicine. The inquiry learning cycle through the 5Es instructional model as one course one cycle was used to organize the curriculum. Students were expected to study their topics of interest in depth and constructed their knowledge, from doing their own investigations to exchange knowledge and experiences with other groups of students

Teaching and Learning Theories and Practice in Science

Teaching/learning theories and practice in science are described in five parts, inquiry and science teaching, the learning cycle, investigative approach in science teaching, student-centered and psychological principles and teachers' roles in science instruction.

1. Inquiry and Science Teaching

Good; & Merkel. (1973: 303) defined inquiry approach in three aspects:

> (1) in general, a mode of investigation which rests on conceptual innovation, proceeds through uncertainty and failure and eventuates in knowledge which is contingent, dubitable and hard to come
>
> (2) a particular technique or strategy for bringing about learning of some particular science context by encouraging a student to be inquisitive and curious and to ask questions and try to find answers for himself
>
> (3) a problem-solving approach to a set of learning activities, a challenge for thinking:

> begins with a careful set of systematic observations, proceeds to design the measurements required, clearly distinguishes between what is observed and what is inferred, invents interpretations which are under ideal circumstances, brilliant leaps but always testable and draws reasonable conclusions.

Some science educators viewed inquiry as learning processes. For instance, Wilson (1974: 127) defined inquiry as "a broad range of activities performed to explore and search out variables and attributes relevant to discrepant stimuli." Similarly, Trowbridge; & Bybee (1996: 177) defined inquiry as "a process of defining and investigating problems, formulating hypotheses, designing experiments, gathering data and drawing conclusions about problems."

According to Haury (1993: Online), inquiry is not only related to learning activities, but it is also concerned with learning skills. He illustrated that inquiry focuses students on "the active activities to search for their knowledge or understanding." The National Research Council of the U.S. (NRC. 2000: 39) points out that inquiry is a set of skills that students need to master and as a body of understanding that students need to learn. NRC also notes that: student's inquiry is a multifaceted activity that involves 1) making observations, 2) posing questions, 3) examining multiple sources of information to see what is already known, 4) planning investigations, 5) reviewing what is already known in light of the student's experimental evidence, 6) using tools to gather, analyze and interpret data, 7) proposing answers, explanations and predictions and 8) communicating the results (NRC. 1999: 23).

Some science educators viewed inquiry as the work of scientists. For example, Martin-Hansan (2002: 35) stated "inquiry refers to the work of scientists. They study the natural world and propose explanations with evidence gathered from the world around them."

According to Wilson (1974: 133), inquiry is viewed as a process model of instruction, based upon learning theory and behavior. Inquiry is an approach to learning that involves a process of exploring the natural or material world by asking questions, making discoveries and rigorously testing those discoveries to search for a new understanding (NRC. 1999: 2). Schwab also viewed inquiry in terms of science teaching. He viewed teaching of science as two aspects of inquiry. "First, a process of teaching and learning which is itself an

enquiry, teaching as enquiry. Second, instruction in which science is seen as a process of enquiry, science as enquiry" (Tamir. 1983: 658).

White; & Fredericksen (1998: 5) viewed inquiry process as a learning cycle. Students can construct their knowledge by doing authentic scientific inquiry. The model of inquiry cycle is shown in Figure 2.

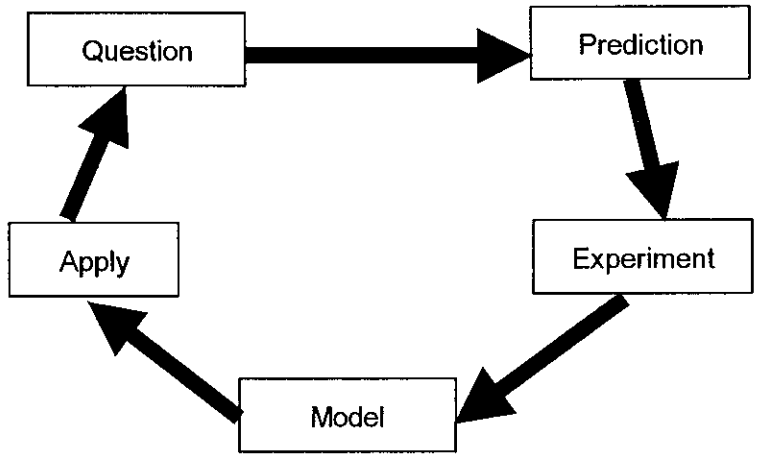


Figure 2 A Model of the Scientific Inquiry Process

White, B. Y.; & Fredericksen, K. R. (1998). "Inquiry, Modeling and Metacognition: Making Science Accessible to All Students," *Cognition and Instruction*. 16(1): 5.

Inquiry-based approaches are central of science teaching and learning. In the U.S., the National Science Education Standards illustrates the importance of learning and teaching science through inquiry that "students... should have the opportunity to use scientific inquiry and develop the ability to think and act in ways associated with inquiry" (National Research Council (NRC. 1999: 105).

Many evidences show benefits of inquiry-based approaches in science instruction. For instance, a book called *Foundations: Inquiry Thought, Views and Strategies for the K-5 Classroom* illustrates the benefit of learning science through inquiry-based approaches. Students can communicate their thoughts and ideas via practical work. Inquiry will contribute to students both social development and intellectual development. Inquiry activities can help students develop their language and literacy capacity" (National Research Foundation. 2003: Online). Trowbridge; & Bybee (1996: 180) illustrate that "inquiry teaching over the period can help individuals become better investigators." In addition, White; & Fredericksen (1998: 74) found that teaching science

through inquiry-based approaches not only improves student's learning of science concepts, laws and models, but also improves student's abilities to use its method in analyzing new situations. When students are engaged in inquiry, they actively develop their understanding of science by combining science knowledge with reasoning and thinking skills (NRC. 1999: 2).

Haury (1993: Online) summarized the benefits of teaching science via inquiry-based approaches at the middle-school grade level. These approaches can enhance 1) student's performances including laboratory skills and skills of graphing and interpreting data, 2) increasing conceptual understanding, 3) critical thinking, 4) positive attitudes towards science, 5) higher achievement on tests of procedural knowledge, 6) logical mathematics knowledge, 7) writing development and oral communication and 8) fostering scientific literacy and understanding of science processes. Also, Clark (1996: 48) illustrated that inquiry activities are learner-centered, ensure that students are active participants, promote self-confidence in students, develop positive attitudes towards science, promote the development of higher-order cognitive thinking skills, provide for the development of critical and creative thinking and provide the students with many concrete experiences.

The National Research Council (2000: 24-27) suggestd five fundamental features of inquiry-based approaches in teaching science are

1) learners are engaged by scientifically oriented questions

2) learners give priority to evidence, which allows them to develop and evaluate explanations that address scientifically oriented questions

3) learners formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions

4) learners evaluate their explanations in light of alternative explanations, particularly those reflective scientific understanding learners communicate and justify their proposed explanations.

Ash; & Kluger-Bell (2000: 80-83) suggested the characteristics of classroom inquiry that 1) students should view themselves as active participants in the process of learning, accept an initiation of learning and readily engage in the exploration process, plan and carry out investigations, communicate in a variety of methods and 2) teachers should act as facilitators.

In the U.S., the National Science Education Standards clearly states the change for science teaching and learning. These changes are shown in Table 1.

TABLE 1: CHANGING EMPHASIS OF SCIENCE CONTENTS AND ACTIVITIES

CHANGING EMPHASES	
LESS EMPHASIS ON	MORE EMPHASIS ON
1. Knowing scientific facts and information	1. Understanding scientific concepts and developing abilities of inquiry
2. Studying subject matter disciplines (physics, life, earth sciences) for their own sake	2. Learning subject matter disciplines in the context of inquiry, technology, science in personal and social perspectives and history and nature of science
3. Separate science knowledge and science concepts	3. Integrating all aspects of science content
4. Covering many science topics	4. Study a few fundamental science concepts
5. Implementing inquiry as a setoff processes	5. Implementing inquiry as instructional strategies, abilities and ideas to be learned
CHANGING EMPHASES TO PROMOTE INQUIRY	
LESS EMPHASIS ON	MORE EMPHASIS ON
1. Activities that demonstrate verify science content	1. Activities that investigate and analyze science questions
2. Investigations confined to one class period	2. Investigations over extended period of time
3. Process skills out of context	3. Process skills in context
4. Emphasis on individual process skills such as observation or inference	4. Using multiple process skills-manipulation, cognitive, procedural
CHANGING EMPHASES TO PROMOTE INQUIRY	
LESS EMPHASIS ON	MORE EMPHASIS ON
5. Getting an answer	5. Using evidence and strategies for developing or revising an explanation
6. Science as exploration and experiment	6. Science as argument and explanation
7. Providing answers to questions about science content	7. Communicating science explanation
8. Individuals and groups of students analyzing and synthesizing data without defending a conclusion	8. Groups of students often analyzing and synthesizing data after defending conclusions

TABLE 1: (Continued)

LESS EMPHASIS ON	MORE EMPHASIS ON
9. Doing few investigations in order to leave time to cover large amounts of content	9. Doing more investigations in order to develop understanding, ability, values of inquiry and knowledge of science content
10. Concluding inquiries with the result of the experiment	10. Applying the results of experiment to scientific argument and explanation
11. Management of materials and equipment	11. Management of ideas and information
12. Private communication of student ideas and conclusions to teacher	12. Public communication of student ideas and work to classmates

National Research Council. (1999). *National Science Education Standards.* 7th ed. Washington,DC: National Academic Press. p.113.

2. The Learning Cycle

It is generally accepted that the learning cycle was first developed in the 1960s by Karplus and his colleagues. This learning cycle was originally based on the Piaget's intelligence theory and consistent with other theories of learning such as Ausubel's (Trowbridge; & Bybee. 1996: 204). According to Karplus, there are three phases of the learning cycle: exploration, invention and discovery.

Layman; Ochoa; & Heikkinen (1996: 35) viewed the learning cycle as a multiple-state research-based approach to science instruction. The learning cycle is an effective way of encouraging students to build a useful knowledge through increased understanding (Billings. 2001: Online). For example, Champion (1993: Online) concludeed his study that the learning cycle promotes student understanding of experiment design. The learning cycle also facilitates learning in an interesting way (Billings. 2001: Online). Many of students enjoyed using the learning cycle and made favorable response to the learning cycle. The learning cycle also influence students and teachers. Senneca (1997: Online) illustrateed that when students and teachers used the learning cycle, they had more understandings of the dynamic nature of science and the processes generating scientific knowledge.

The Biological Science Curriculum Study (BSCS) developed an instructional model called the 5E. This model extended and elaborated Karplus learning cycle. The 5E instructional model contains five elements: engagement, exploration, explanation, elaboration

and evaluation. Each "E" represents part of the process of helping students sequence their learning experiences to construct their understanding of concepts (BSCS. 2001: 3). The following section will show how this instructional model is outlined:

Step 1: Engagement

Activities are introduced to engage students with a problem or phenomenon. Such activities capture student's interest and enable them to make connections with what they know and can do.

Step 2: Exploration

Next, students participate in hands-on experiences through which they explore the concept further. They receive little explanation or terminology at this point because they are to define the problem or phenomenon in their own words. At this point... students can help one another make sense of the concept. Students spend considerable time talking about their experiences, both to articulate their own understanding and to understand one another's point of view.

Step 3: Explanation

After students have explored the scientific concept independently, then they use the terms to describe what they have experienced and begin to examine how the explanation fits with what they already know.

Step 4: Elaboration

Students are given opportunities to apply the concept in new situations, or they are introduced to related ideas that they explore and explain with the information and experiences they have accumulated so far. Interaction between students is essential during the elaboration stage. By discussing their ideas with each other, they gain a deeper understanding of the concept.

Step 5: Evaluation

At this stage, students continue to elaborate their understanding and evaluate what they now know and what they have yet to figure out. Although the key word at this stage has been evaluated, this does not indicate finality. Indeed students will continue to construct their understanding of each broad concept throughout their lives (Layman; Ochoa; & Heikkinen. 1996: 36-37).

In the U.S., The National Research Council also suggested five common components shared by instructional models. These five phases are similar to the 5E instructional model. These five components are as following:

Phase 1: Students engage with a scientific question, event, or phenomenon. This connects with what they have already known, create dissonance with their own ideas and/or

motivates them to learn more.

Phase 2: Students explore ideas through hands-on experiences, formulate and test hypotheses, solve problems and create explanations for what they have observed.

Phase 3: Students analyze and interpret data, synthesize their ideas, build models and clarify concepts and explanations with teachers and other sources of scientific knowledge.

Phase 4: Students extend their new understanding and abilities and apply what they have learned to new situations.

Phase 5: Students and their teachers review and assess what they have learned and and how they have learned it (NRC. 2000: 35).

Some science teachers suggested strategies of using the 5E learning cycle in various kinds of contents. For example, Rillero (1999: Online) instructed his fourth grade students in germination of *Raphanus sativas.* He clearly describeb how to plan learning activities for such phases of the cycle. DeFina (2002: 29-33) planed his lesson--*Investigating Island Evolution: a Galapagos-Based* lesson in 5E learning cycle form. Levitte (2002: Online) examined his lesson regarding the sense of smell, *the Nose Knows .. or Does it?*, by using 5E learning cycle. He also demonstrated how to questions in each phase of learning activities. O'Brien; & Seager (2000: 390-395) used the 5E instructional model to plan their Earth–Moon Scaling lesson which was integrated among science, mathematics and technology. In the report, they clearly suggested strategies for such phases and their results.

In conclusion, 5E instructional model is a teaching/learning cycle that can promote both inquiry-based approaches and student-centered. It is accepted as an effective instructional strategy. It can be applied to instruct many various kinds of science topics.

3. Investigative Approach in Science

Investigation is an approach that is used in science instruction. Scottish Schools Equipment Research Centre (SSERC : Online) defined an investigation as "one of the types of practical activity involved in learning." Learning through this activity, students will determine many possible ways and outcomes. They have to make many decisions during the investigation when teachers manage the learning activities through the investigation. Trowbridge; & Bybee (1996: 177-179) supported the importance of investigative approach in the teaching of science. They raised six reasons for using investigative approaches that include: 1) instruction becomes student-centered, 2) inquiry learning builds the self-concept of

student, 3) expectancy level increases, 4) inquiry learning develops talent, 5) inquiry methods avoid learning only at the verbal level and 6) inquiry learning permits time for students to mentally assimilate and accommodate information.

Wellington (2000:158) classified the typology of investigations into five categories that include 1) "which type" investigations, 2) "what type" investigations, 3) "how do" investigation, 4) general investigation and 5) problem-solving activities.

Ross; Lakin; & Callaghan (2000: 2) viewed investigations as essential problem solving scientific exercises which were carried out by students. They believed that student's investigations cover the process skills of scientific inquiry including 1) planning, 2) obtaining and presenting evidence, 3) considering evidence and analyzing data in terms of earlier predictions and 4) evaluating the process and data obtained and suggesting improvement. They categorize skill areas to be assessed for student investigation that include

1) P: planning experimental procedure
2) O: obtaining evidence
3) A: analyzing: evidence and drawing conclusion
4) E: evaluating evidence (Ross; Lakin; & Callaghan. 2000: 153)

They gave example steps of teaching investigation in science for key stage 3 students. These steps are: reframe question, brainstorm, decide what to do, ask question, predict what may happen, plan safety precaution, carry out the investigation, graph the results and conclude what they have found out.

Similarly, Hackling (1998: 23) suggested four phases of investigations in science that should be evaluated. These four phases are planning, conducting, processing and evaluating the investigations. SSERC had suggested five steps of investigation as shown in Table 2.

TABLE 2: INVESTIGATIVE STEPS AND SUGGESTED ACTIVITIES

Steps	Suggested Activities
1. Planning	What is it you are trying to find out?
	What could you change?
	The things which could change are called variables.
	Choosing what you will change, what you measure and what you keep the same.
	Deciding how you will carry out the investigation i.e. what will you do?
2. Making a Prediction/ Hypothesis	Asking questions: Will changing this variable (independent variable) make a difference to the other (dependent) variable?
3. Collecting Evidence	Carrying out the experiment.
	Noting, carefully, what happens.
4. Recording and Presenting	Making up a table of the results.
	Drawing a bar chart or line graph of these results.
	Write about what you did.
5. Interpreting and Evaluating	Are there any trends in the results?
	Do the results tell you anything?
	Was your prediction correct? What can you conclude from this investigation?

Scottish Schools Equipment Research Centre (SSERC). "An Investigative Approach to Science," (Online). Available: http://www.ise514.org.uk/Prim3/New_Guidelines/htm. Retrieved August 10, 2003.

4. Student-Centered and Psychological Principles

As described above students will be truly active learners when they participate in both inquiry-based and investigative approaches. Some psychological principles should be considered to plan an effective student-centered activity. For instance, the board of American Psychological Association (1997: Online) reviewed the principles relevant to the learner and the learning process. The ideas of these principles are dealing with learners in real life world. There are four major groups of factors, cognitive and metacognitive, motivational and affective, developmental and social and individual difference factors influencing learners and learning. Table 3 shows the summary of Learner-Centered Psychological Principles.

TABLE 3: LEARNER-CENTERED PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES

Factors	Principle
Cognitive and Metacognitive Factors	**Principle 1. Nature of the learning process.** The learning of complex subject matter is most effective when it is an intentional process of constructing meaning from information and experience. **Principle 2 Goals of the learning process.** The successful learner, over time and with support and instructional guidance, can create meaningful, coherent representations of knowledge. **Principle 3 Construction of knowledge.** The successful learner can link new information with existing knowledge in meaningful ways. **Principle 4 Strategic thinking.** The successful learner can create and use a repertoire of thinking and reasoning strategies to achieve complex learning goals. **Principle 5 Thinking about thinking.** Higher order strategies for selecting and monitoring mental operations facilitate creative and critical thinking. **Principle 6 Context of learning.** Learning is influenced by environmental factors, including culture, technology and instructional practices.
Motivational and Affective Factors	**Principle 7 Motivational and emotional influences on learning.** What and how much is learned is influenced by the learner's motivation. Motivation to learn, in turn, is influenced by the individual's emotional states, beliefs, interests and goals and habits of thinking. **Principle 8 Intrinsic motivation to learn.** The learner's creativity, higher order thinking and natural curiosity all contribute to motivation to learn. Intrinsic motivation is stimulated by tasks of optimal novelty and difficulty, relevant to personal interests and providing for personal choice and control.

TABLE 3: (continued)

Factors	Principle
	Principle 9 Effects of motivation on effort. Acquisition of complex knowledge and skills requires extended learner effort and guided practice. Without learners' motivation to learn, the willingness to exert this effort is unlikely without coercion.
Developmental and Social Factors	**Principle 10 Developmental influences on learning.** As individuals develop, there are different opportunities and constraints for learning. Learning is most effective when differential development within and across physical, intellectual, emotional and social domains is taken into account.
Individual Differences Factors	**Principle 11 Social influences on learning.** Learning is influenced by social interactions, interpersonal relations and communication with others.
	Principle 12 Individual Differences Factors Individual differences in learning. Learners have different strategies, approaches and capabilities for learning that are a function of prior experience and heredity.
	Principle 13 Learning and diversity. Learning is most effective when differences in learners' linguistic, cultural and social backgrounds are taken into account.
	Principle 14 Standards and assessment. Setting appropriately high and challenging standards and assessing the learner as well as learning progress--including diagnostic, process and outcome assessment--are integral parts of the learning process.

American Psychological Association, Board of Educational Affairs. (1997). "Learner-Centered Psychological Principles: A Framework for School Reform; & Redesign," Brandt, Ronald S. ed. (Online). Available: http://www.apa.org/ed/lcp.html. Retrieved August 25, 2003.

5. The Teachers' Roles in Science Instruction

As a result of changing the emphasis of inquiry activities, teachers need to direct only a part of the action. Layman; Ochoa; & Heikkinen (1996: 38) suggested that "teachers in inquiry-centered learning situations act as facilitators and resources." Teachers should create learning environment to serve student investigations. Teachers should select learning experiences and adapt and design curricula to meet student's interests, knowledge, abilities and background.

Crawford (2000: 931-932) investigated the roles for inquiry-based science teachers. She suggested ten roles for a teacher: the role of motivator, diagnostician, counselor, innovator, experimenter, researcher, modeler, mentor, collaborator and learner. The teacher should motivate students to take responsibility for their own learning. As a diagnostician, the teacher will give opportunities to students in expressing their ideas. In the role of a counselor, the teacher will direct and help students to develop strategies. As an innovator, the teacher needs to create or design his/her instruction by using new ideas. In the role of an experimenter, the teacher will try out new ways of teaching strategy and assessment. The inquiry-based teacher also needs to evaluate his/her own teaching as a researcher. The teacher as a modeler will show the attitudes and attributes of scientists. In the role of mentor, the teacher will support students in learning scientific work. The teacher and students will exchange ideas. The teacher should allow students take on some the teacher role such as a director of the instruction. The final role is the role of a learner, the inquiry-based teacher should desire to learn new concepts.

DeFina (2002: 32) used the 5E instructional model in investigating island evolution. He suggested some teachers' roles in exploration phase. For example, the teacher can monitor and facilitate group interactions, guide each student to learning resources and encourage collaboration without providing direct instruction.

This section describes teaching and learning theory and practice in science regarding the inquiry-based teaching/learning, the learning cycle, student investigations, the learner-centered and teachers' roles in science classroom instructions. The study was to develop a lower secondary science curriculum: *Chemicals in Everyday Life*. The approach to introduce this curriculum to the classroom level was inquiry-learning cycle. One main cycle for the whole curriculum was planned to lead students to investigate science based on their topics of interest.

Students were expected construct their knowledge both when doing direct investigations in their group and when exchanging their experiences with other groups.

Assessment in Science

Assessment is a process of information collection in the contexts of instruction that will be used to examine and describe student's performance. Assessment in science is different from other subjects. Science assessment has been changed from paper-pencil test and now emphasizes on students' performance of inquiry-based science instruction. National Science Education Standards of the U.S. has suggested three major aspects of science assessment. These outcomes consist of conceptual understanding in science, ability to perform scientific inquiry and understandings about inquiry.

As student's inquiry is a multifaceted activity, NRC suggested five aspects to assess the abilities of students in inquiry: 1) identifying a worthwhile and researchable question, 2) planning the investigation, 3) executing the research plan, 4) drafting the research report and 5) assessing individual student achievement (NRC 1999: 98-100). In addition, the NRC suggested methods of assessment that can be used such as paper and pencil testing, performance testing, interviews, portfolios, performances, observing programs.

Layman; Ochoa; & Heikkinen (1996: 44-45) suggested with regard to the inquiry-based classroom assessment that students should be asked to:

- generate rather than choose a response
- actively accomplish complex and significant tasks
- solve realistic or authentic problems.

They also suggested some forms to determine student's achievement in science classroom: exhibitions, investigations, demonstrations, written or oral responses, journals and portfolios.

1. Domain in Assessments

According to Bloom; et al. (1979: 7), a useful framework for classifying learning outcomes, the notion of educational goals can be assessed in three major domains:

1.1 Cognitive: The cognitive domain is demonstrated by student's abilities to recall or recognition of knowledge and the intellectual skills. The cognitive domain consists of six categories: knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis and evaluation.

1.2 Affective: This domain refers to feeling tones, emotions or degrees of distances or rejections that describe changes manners such as, feelings, values, appreciations, enthusiasms, motivations and attitudes. This domain concerns student's attitudes towards and interests in science and the study of science and science-related belief and values as well as ethical judgments and interpersonal relationships (Precharn Dechsri. 1994: 34).

1.3 Psychomotor: This objective emphasizes on motor skill, manipulation of material and objectives, or some act. This domain refers to manipulative skills and abilities include physical movement, coordination and use of the motor-skill areas. Development of these skills requires practice. These skills can be measured in terms of speed, precision, distance, procedures, or techniques in execution.

In addition, Klopfer (1971 : 559 — 641) had classified behaviors to assess specific for science teaching and leaning. The main focus of his scheme was on categories of students behaviors related to carrying out the processes of scientific inquiry. These behaviors are:

A.0 Knowledge and comprehension

B.0 Process of Scientific Inquiry I: Observing and measuring

C.0 Process of Scientific Inquiry II: Seeing a problem and seeking ways to solve it

D.0 Process of Scientific Inquiry III: Interpreting data and formulating generalizations

E.0 Process of Scientific Inquiry IV: Building, testing and revising a theoretical model

F.0 Application of scientific knowledge and methods

G.0 Manual skills

H.0 Attitudes and Interests

I.0 Orientation

2. Science Process skills

Science process skills are skill-based approaches of practical work that include hands-on activities, scientific inquiries or experiments. According to the AAAS (Enger; & Yager. 2001: 4), science process skills consist of thirteen processes as followings:

1) observing
2) using space and time relationship
3) classifying, grouping and organizing
4) using numbers and quantifying
5) measuring
6) communicating
7) inferring
8) predicting
9) identifying and controlling variable
10) interpreting data
11) formulating hypotheses
12) defining operationally
13) experimenting.

Traditional technique of tests used multiple-choice tests (Germann; Aram; & Burke. 1996: 80). As a result of changing emphasis on instructional strategies, the assessment methods are also consistent with the desired pedagogy (Atkin.; et al. 2001: 24). For assessing science process skills, Baxter; & et. Al. (Germann; Aram; & Burke. 1996: 86; citing Baxter; et al. 1992. Journal of Educational Assessment, 29, 1-7) had developed a procedure-based scoring system for laboratory studies characterizing the sequence of procedures used to carry out the investigation. In stead of determining student's response scores, this system analyzes and describes the written experimental designs in contexts of inquiry assessment. Germann; Aram; & Burke. (1996: 86) suggested seven performances in assessment of experimental designs which include:

1) setting up the independent variable
2) manipulation of the independent variable
3) recording the response of the dependent variable
4) multiple trials

5) inclusion of experimental control
6) variables held constant
7) tests of the hypothesis.

3. Manipulative Skills

In science, manipulative skills are psychomotor performance that students will demonstrate when doing practical work particularly laboratory. According to Eglen; & Kempa (1974), four components can be used to assess student's abilities in manipulative skills for practical work in science. The components and criteria or performance feature are shown in Table 4.

TABLE 4: COMPONENTS AND GENERALIZED CRITERIA FOR MANIPULATIVE SKILLS

Component	Generalized criteria /Performance feature
Methodical working	-Correct sequencing of tasks forming part of overall operation
	-Effective and purposeful utilization of equipment.
	-Efficient use of working time.
	-Abilities to develop an acceptable work procedure on the basis of limited instruction.
Experimental technique	-Correct handling of apparatus.
	-Safe execution of an experimental procedure.
	-Taking adequate precautions to ensure reliability of observations and reliable observation and results
Manual dexterity	-Swift and confident manner of execution of practical tasks.
	-Successful completion of an operation or its constituent parts.
Orderliness	-Tidiness of work area.
	-Good utilization of available bench space.
	-Organization in the placing of equipment used

Eglen, J.R.; & Kempa, R.F. (1974, December). "Assessing Manipulative Skills in Practical Chemistry," *School Science Review*. 56(195); p. 263.

In conclusion, the effects of the course, *Chemicals in Everyday Life*, on students learning outcomes, cognitive, psychomotor and affective domains were studies. In cognitive domain, pre- and post tests were developed based on Klopfer objectives to assess students' behaviors in three major domains: 1) knowledge and comprehension, 2) application of scientific knowledge and methods and 3) process of scientific inquiry. Also, evaluation form of science process skills with scoring guide was used to assess in cognitive domain. Science process skills were assessed from student's reports. Evaluation form of science process skills consist of 1) formulating hypotheses, 2) identifying and controlling variable, 3) conducting experiments, 4) observing, 5) inferring and making conclusions, 6) classifying and grouping and 7) organizing and interpreting data. These skills were in hierarchy steps. It is not necessary to assess all skills in the same period of time.

Manipulative skills were used to assess psychomotor domain. Evaluation form of manipulative skill was used to assess student skills in four components: methodical working, experimental technique, manual dexterity and orderliness.

Questionnaire and interviews were used to assess affective domain. Students were asked their feeling regarding learning science. Some students were interviewed for asking their feeling and opinion towards learning activities.

Local Wisdom and Science Teaching

Rung Kaewdang (2001: Online) defined "local wisdom" as local knowledge or indigenous knowledge. "Local wisdom" refers the body of knowledge, abilities and skills of Thai people accumulated through many years of experience, learning, development and transmission. It has helped solve the problems and contributed to the development of their ways of life in accordance with the changing time and environment." Pongpit (1993.; citing; Preeda Youngsuksathaporn; & et al. Online: 1) defined local wisdom as knowledge which is "transferred from the ancestors and adjusted suitably to their ways of life."

In South-Africa, Kaniki; & Mphahlele viewed indigenous knowledge as local knowledge connected with a given culture or society (1999: 498-522). Similar to Thailand, indigenous knowledge is defined as a cumulative body of knowledge generated and evolved over time, representing generations of creative thought and actions within individual societies

in an ecosystem of continuous residence, in an effort to cope with an ever-changing agro-ecological and socio-economic environment (Kaniki; & Mphahlele: 1999: 493; citing. Thakadu. 1998).

Srisamorn Pumsaard; & Monnipa Chutibut (1996: 3) classified local wisdom into four characteristics: experiences of local people that are useful in everyday life, knowledge, careers that based on traditional local knowledge and careers that apply technology to local knowledge. In the North-Eastern of Thailand, Jaruwan Thamawat (2000: 12-40) classified ten aspects of Isarn wisdom: producing local products, food processing, local cure, craft, architecture, culture, local language, music and local show, environmental management and forest monk wisdom.

Local knowledge can be applied to science teaching. There are some evidences supporting the advantages of using local knowledge in science instruction. For example, in the U.S., Keating (1997: 25) used indigenous cultures in his ethno botany class. He summarized that "the value of the cultural background of the students and both indigenous knowledge as well as western science processes have a strong potential to stimulate interest and improve student performance in science." Aikenhead; & Solomon (1994: 130) illustrated the benefits of indigenous knowledge in teaching science. They suggested that science activities should connect students with their everyday life experiences including science and technology related social issues in which local communities and nations. So, teaching science by prevailing upon the benefit of local wisdom and local resources is an effective way. Madoazo; & Rhoton (1999: 26) supported that "teacher who creates connections between science concepts and traditional science ideas in the culture, tends to teach more effectively.

Normally, local science teachers in Thailand use plants or fruits as material in experimental laboratories. For example, it is a common knowledge to use *Clitoria ternatea Linn.* and shoe flower solutions as acid-base indicators. Some students use local plants or materials in their science project experiments. For example, a group of lower secondary school students investigated the effect of various kinds of fresh flowers: 1) jasmine, 2) artabotrys *(Artabotrys siamensis Mig),* 3) *Clerodendron fragrans,* 4) *vent.Michelia longifolia Bl. and* 5) *Plumeria obtusa L.* as insecticide. They found that the best flower to eliminate mealy bug is artabotrys (Ban Moa Pattananukul School (2002: Abstract).

Verapong Seang-Xuto (2000: abstract) conducted a research related to local wisdom and science teaching of the upper northern part of Thailand. He examined, collected and classified the local wisdom and technology into seven categories: food, shelter, cloth, medicine, transportation, career and recreation. He also analyzed the scientific concepts of such knowledge. His finding indicated that the integrated scientific principles are the most found in career category. These local wisdom and technology can be best explained by using science principles of Physics and Chemistry. He also demonstrated what kinds of local wisdom and technology can be taught in upper primary and lower secondary school science courses. The food category is the best topic that can be matched to teach the lower secondary science course.

Pawadee Ketku (1998: abstract) conducted an instructional science package on Thai wisdom and the inquiry method to teach the 8^{th} grade students. She made a comparison between students who were taught by traditional technique and by this instructional package. The result indicated that the presentation ability in science of these two groups was significantly different. However, the value on Thai wisdom of these two groups was not shown the scientifically different.

In conclusion, local wisdom can be applied to science instruction. It can help students apply science concepts or principles to explain traditional practices or local knowledge. Teaching science by adopting local knowledge and resources will not only increase student understanding of science concepts, but also help conserve local knowledge and traditional practices.

CHAPTER 3

METHODOLOGY

This study aims to develop an elective science curriculum for lower secondary school students: *Chemicals in Everyday Life.* This chapter describes the methods used in this study in six major parts:

1. Participants
2. Research Procedures
3. Research Instruments
4. Data Collection
5. Data Analysis
6. Roles of Individual in the Study

Participants

Teachers and students who participated in each phase of this research were as follow:

1. Phase I: Designing

1.1 Participating Teachers: Participating teachers were three local science teachers of secondary school in Maha Sarakham. They participated in considering documents and activity plans. They had at least five-year experiences in teaching science courses. In this phase a teacher at Kampom Wittayakhom School taught a MS. 2 classroom in the preliminary phase.

1.2 Participating Students: Participating students were one classroom of MS 2 students at Kampom Wittayakhom school who studied in the class which was taught by a participating teacher in the second semester of the 2003 academic year.

2. Phase II: Field Study

2.1 Participating Teachers: Participating teachers were two local science teachers of secondary schools in Maha Sarakham. The first teacher taught at Nguaba Wittayakhom School, Vapipathum District. The second teacher taught at Mittraphap School, Kaedum District. These teachers participated in considering documents and activity plans.

2.2 Participating Students: Participating students were a classroom of students taught by each participating teacher in the second semester of the 2003 academic year. The numbers of subjects in Nguaba Wittayakhom School and Mittraphap School were 27 and 41, respectively.

Research Procedures

The research procedures were as follow:

Step 1: Course Preparation

1.1 Studying Related documents: This step involved studying and considering related documents for developing an elective science curriculum for the lower secondary level with an inclusion of local wisdom insertion. Related documents include theories of course development, curriculum design, Thai National Science Education Standards (TNSES), inquiry-based approaches and assessment strategies in science instruction.

1.2 Gathering Information on Local wisdom: The researcher gathered information on local wisdom related to *Chemicals in Everyday Life* in Maha Sarakham province, Thailand. Most data were available on the Internet and in journals. The researcher surveyed the procedures that local people in Maha Sarakham use especially in the participating school area. For example, what chemicals local people use and how they dye their fishnets. In this study, local information was categorized into 5 topics: 1) detergents, 2) food additives and preservation of food, 3) natural dye, 4) natural insecticide and pesticide and 5) herbal medicine. Science concepts related to each topic were also gathered. The researcher wrote the draft of contents and sample practices of local people in the school area in Teacher's Guide Book which was checked for content validity by experts. How to match local wisdom to a science classroom is shown in Appendix 2.1.

Step 2: Curriculum Design

2.1 Writing Curriculum Documents: The researcher set drafts of goals, course outline, and intended learning outcomes. This course was propose to be an elective science curriculum for the lower secondary school with time-allocation in 36 hours. The activities in this curriculum were planned to be used with the inquiry learning cycle approach as one course one cycle. The researcher developed Teacher's Guide Book. This book provides necessary information on science contents, general knowledge of local wisdom and examples of specific traditional practices of local people for each participating school. This book also provides information regarding learning resources necessary for student investigations.

2.2 Selecting Teaching Strategy: According to the goal of this research which focused on the student-centered approach, this curriculum was planned to be instructed using the inquiry learning cycle in one course one cycle. Students conducted their investigations in teams to construct their own knowledge. The researcher also prepared the initial drafts of assessment tools to evaluate their performance in each phase.

2.3 Writing Activity Plans and Assessment Tools: The researcher wrote the drafts of activity plans based on the 5Es instructional model. The main outcomes of each phase of the learning cycle are shown in Figure 3.

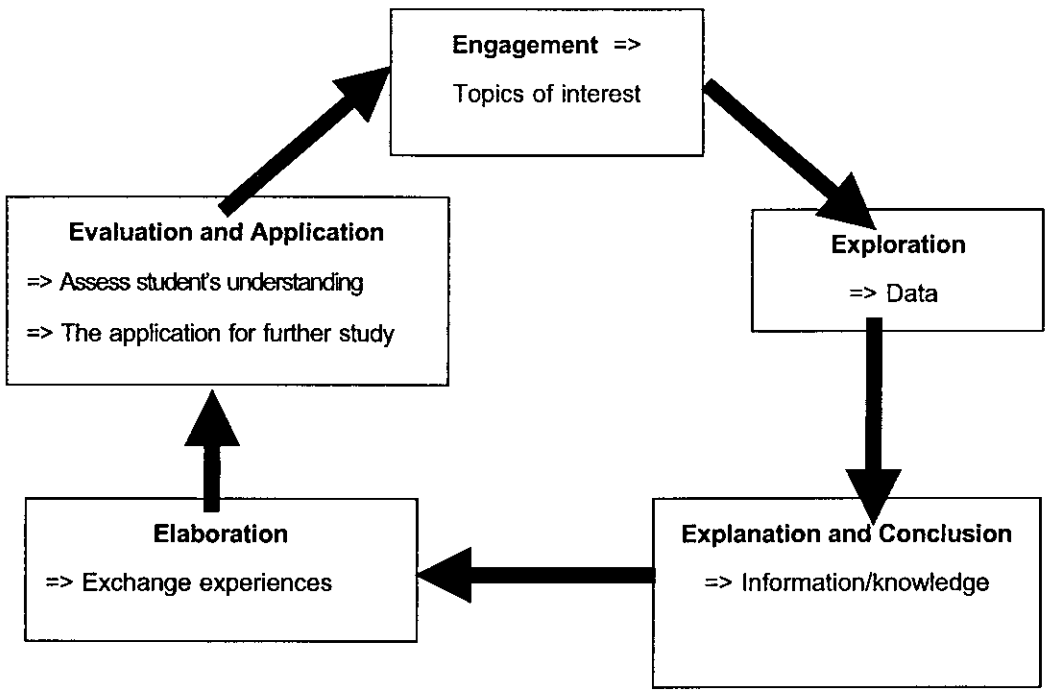


Figure 3 Phases and Main Outcomes of the Learning Cycle

2.4 Selecting and Preparing Teachers: Three volunteer science teachers in Maha Sarakham who are local teachers with at least five year teaching experiences were selected to participate in this study. Information regarding participating teachers are shown in Appendix 2.4. They were prepared for good understandings of the inquiry learning cycle method by participating in the *Teacher Preparation* workshop held on September 14, 2003. Participating teachers were provided with information on how to plan inquiry-based learning cycle approaches and how to assess student learning outcomes. They observed and discussed classroom events in the preliminary study.

2.5 Examining Curriculum documents: A group of experts examined the curriculum documents which included: 1) goals, 2) course description, 3) intended learning outcomes, 4) activity plans, 5) a guide book for teacher, 6) student's guide book 7) activity assessment tools and 8) curriculum evaluation. The experts checked for content validity and other qualities of curriculum documents. Expert recommendations were used to revise the curriculum documents.

2.6 Conducting Preliminary Study: The preliminary study aimed to check the activity plans for different phases of the learning cycle and to familiarize the teachers with the learning cycle strategies. One of the participating teachers taught 27 MS. 2 students at Kampom Pittayakhom School during December 1 – 30, 2003 for each phase of the learning cycle. In the period of instruction, the other participating teacher and the researcher observed the classrooms. After each instruction, all the participating teachers and the researcher discussed with regard to classroom events in order to revise the activity plans, related documents, lists of learning resources and assessment tools.

Step 3: Field Study

Field study is the phase for introducing the curriculum in a real classroom in which the following sections were conducted.

3.1 Instructing MS 2 Students: Two participating teachers from Nguaba Wittayakhom and Mittraphap schools instructed the course with MS 2 students for 36 hours in the second semester of the 2003 academic year with the following activities:

All students took the pre-test before instruction. The first hour was planned for the instruction of the curriculum and learning styles. The teachers and students discussed the learning tasks for this course. The other hours were for instructing the curriculum by following the activity plans.

During their instruction, the participating teachers recorded interesting classroom events. The researcher completed the science process skill and the manipulative skill evaluation forms as planned. The researcher interviewed about thirty percent of the students regarding their opinions of the course and instructional strategies. The participating teachers suggested lists of students who should be interviewed based on three achievement levels: high, medium and low. At least one student from each working group was informally interviewed with structured questions.

After completion of the course, all students took the post-test and responded to the questionnaire. The same groups of students who were interviewed during classroom instruction were interviewed for their opinions towards the course again.

3.2 Gathering and Analyzing Students' Learning Outcomes: Learning outcomes of each student was collected and summarized. Quantitative data including pre- and post- test scores, science process skill scores, manipulative skill scores and attitude towards learning activities were processed statistically. Qualitative data such as students' suggestions or difficulties in doing each activity which the researcher had gathered while observing classroom instructions were used to describe and support the statistical findings.

Step 4: Curriculum Evaluation

The opinions of the participating teachers gained during the conversations and interviews were used to revise the curriculum documents and activity plans. Data obtained from classroom observations and students interviews were also used as a major component for revising the curriculum. The curriculum was evaluated by experts from Maha Sarakham; they were two Rajabhat University teachers, two science supervisors and one local science teacher and three participating teachers. The experts attended a meeting to discuss and evaluate this curriculum documents then they made comments. Their comments and suggestions were taken into consideration in revising the curriculum.

Research Instruments

There were nine major types of instruments used in this study: 1) The Curriculum 2) The Evaluation Forms of Curriculum Documents 3) Pre-and Post-Tests 4) The Evaluation Form of Science Process Skills 5) The Evaluation Form of Manipulative Skills 6) Questionnaire on Students' Attitudes towards Learning Science 7) Questions for Students' Interviews 8) Questionnaire on Teachers' Opinions and 9) Questions for Teacher Interviews

1. The Curriculum

An elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, was developed by the researcher to be used in the study. The development of the curriculum described in details in the research procedures. The principles, course description, intended learning outcomes, learning activity plans and curriculum evaluation were included as shown in Appendix 1.1.

2. The Evaluation Forms of Curriculum Documents

The open-ended evaluation forms were developed for assessing the content validity of the curriculum documents through the following procedures:

2.1 studying documents related to evaluation method

2.2 writing drafts of course evaluation items

2.3 checking for content validity by experts

2.4 revising the course evaluation forms

The evaluation forms (see Appendix 1.2) used in the study were intended to assess the following three components: 1) the Curriculum, 2) The Teacher's Guide Book and 3) The Student's Guide Sheet.

3. Pre- and Post-Tests

The tests were developed to assess two major parts, science contents and scientific principle, through the following steps:

3.1 studying documents related to writing the test items

3.2 writing drafts of the test items

3.3 checking for content validity by experts in order to revise the items

3.4 trying out the tests to find the difficulties and reliability with four classrooms of MS 2 students from 4 schools: Sarakham Pithayakom, Vapipathum, Koeng Wittayakhom, and Dongyai Wittakhom. The total number of the students was 159.

The multiple-choice test used was constructed to include three types of questions: 1) knowledge and comprehension, 2) application of scientific knowledge and methods and 3) process of scientific inquiry. Forty-five items of the test, having the difficulty level between 0.20 – 0.80 and the reliability between .20 – 1.00, were used in pre and post-tests. There were five items of 0.09-0.18 difficulty that were revised to be used in the pre- and post-tests as shown in Table 42. The reliability of the test, determined by KR-20, was .86. Table 5 showed the number of test items for each type of questions for testing each unit classified according to types of questions. The pre- and post- tests consisted of 50 items from five units (see Appendix 1.3).

TABLE 5: NUMBERS OF TEST ITEMS CLASSIFIED BY UNITS

Units	Knowledge and comprehension	Application of scientific knowledge and methods	Process of scientific inquiry	Total
1. Detergents	3	4	3	10
2. Food additives and preservation of food	3	2	5	10
3. Natural dye	3	2	5	10
4.Natural insecticides and pesticides	3	3	4	10
5. Herbal medicine	2	3	5	10
Total	14 (28%)	14 (28%)	22 (44%)	50

4. The Evaluation Form of Science Process Skills

The researcher developed an evaluation form to assess students' science process skills in scoring guide format through the following steps:

4.1 studying documents related to science process skills and scoring guide technique

4.2 determining science process skills that should be assessed for corresponding learning phases

4.3 writing drafts of evaluation form for such skills

4.4 checking for content validity by experts

4.5 revising the evaluation form

In this study, the students' science process skills were evaluated by using their investigative reports in 7 skills: 1) Formulating hypotheses, 2) Identifying and controlling variables, 3) Conducting experiments, 4) Observing 5) Organizing and interpreting data, 6) Classifying and grouping, and 7) Inferring and making conclusions (see Appendix 1.4). The researcher and a participating teacher scored the students' science process skills based on the rubrics criteria. The meaning of each score range is as follow:

2.51 – 3.00 = High level

1.51 – 2.50 = Moderate level

0.51 – 1.50 = Low level.

5. The Evaluation Form of Manipulative Skills

The researcher developed an evaluation form of manipulate skills in a scoring guide format through the following steps:

5.1 studying documents related to manipulative skills and scoring guide technique

5.2 determining manipulative skills that should be assessed for corresponding phases

5.3 writing drafts of the evaluation form

5.4 checking for content validity by experts

5.5 revising the evaluation form

The four major components; methodical working, experimental technique, manual dexterity, and orderliness; were used to evaluate manipulative skills (see Appendix 1.5). The researcher assessed students' manipulative skills while observing students doing their experiment in class. Scores of students' manipulative skills were set based on the rubric criteria. The meaning of each score range is as follow:

2.51 – 3.00 = High level

1.51 – 2.50 = Moderate level

0.51 – 1.50 = Low level.

6. Questionnaire on Students' Attitudes towards Learning Science

A questionnaire on student's attitude towards learning science was developed using the five Likert scales. The questions asked the students with regard to learning through the instructional strategies, conducting science experiments and assessments. The questionnaire was developed through the following steps:

6.1 studying documents related to writing questionnaire question

6.2 writing drafts of the questionnaire questions

6.3 checking for content validity by experts

6.4 trying out the questionnaire with students in the preliminary study phase and analyze the item total correlation of each item by using the SPSS for Windows. The results showed that 16 items of the first section regarding their opinions towards processes of learning activities were 0.39-0.69. The students' overall opinions regarding the activities were 0.52-0.69.

6.6 revising the questionnaire questions

The questionnaire consisted of two major subscales 1) opinions regarding processes of learning activities and 2) overall opinions regarding activities (see Appendix 1.6). The meaning of each score range is as follow:

4.51 – 5.00 = Very high level

3.51 – 4.50 = High level

2.51 – 3.50 = Moderate level

1.51 – 2.50 = Low level

0.51 – 1.50 = Very low level

7. Questions for Students' Interviews

Questions for students' interviews were used as qualitative data for supporting the results of students' attitudes towards science. The questions were related to the course instructional approach, learning activities and assessment (see Appendix 1.7). The interview questions were constructed by the researcher and their quality was checked by experts.

8. Questionnaire on Teachers' Opinions towards the Curriculum

The questionnaire on teachers' opinions towards the course was developed by using the five Likert scales through the following procedure:

8.1 studying documents related to questionnaire question writing

8.2 writing drafts of the questionnaire questions

8.3 checking for content validity by experts.

8.4 revising the questionnaire questions.

The questionnaire consisted of three major parts: general opinions towards the course, opinions towards process of learning activities, and opinions towards activity evaluation (see Appendix 1.8). The meaning of score ranges are as follow:

4.51 – 5.00 = Very high level

3.51 – 4.50 = High level

2.51 – 3.50 = Moderate level

1.51 – 2.50 = Low level

0.51 – 1.50 = Very low level

9. Questions for Teacher Interviewing

The researcher developed the interview questions and their qualities were checked by experts. The questions were related to the instructional approach, learning activities and assessment (see Appendix 1.9).

Data Collection

Data were collected from two major sources: participating teachers and the students. The sources of data from each group were as follow:

1. Students: Data on students were gathered during the Field Study phase. These data were obtained from various kinds of research instruments at different times (see Table 6).

TABLE 6: RESEARCH TOOLS AND DATA COLLECTION PERIODS

Tools	Before	During	After	Subjects
	the Instruction			
1. Pre-and Post- tests	/		/	All participating students (PS)
2. The Evaluation form of Science Process Skills		/		All PS as group
3. The Evaluation form of Manipulative Skills		/		All PS as group
4. Questionnaire on Students' Attitudes towards Learning Science			/	All PS
5. Questions for Students' Interviews		/	/	30 % of PS

2. Participating teachers: data were collected from the following:

2.1 observations of teacher behaviors during their participation in the preliminary study and field study

2.2 formal interviews

2.3 teachers' opinion questionnaire and

2.4 participating teachers' and the researcher's notes.

Data Analysis

1. Statistics for Hypotheses Testing

The following were two kinds of statistical tests used in this study.

1.1 Independent t-test technique was employed to compare students' pre- and post- tests scores to test the second hypothesis. The SPSS program for Windows was used to test significance.

1.2 One group t-test technique was used to test the third, fourth and fifth hypotheses: students' abilities in science process skills, manipulative skills and students' attitudes towards learning science. The SPSS program for Windows was used for statistic analyses.

In addition, the basic descriptive statistics, such as medium and standard deviation, were used to analyze scores from their task assessment.

2. Qualitative Analysis and Data Analysis

Qualitative data were used to support the discussion of the results from students' attitudes towards science learning and other kinds of learning outcomes. Data were summarized from students' interview tapescripts. The interviews were conducted during the on-going classroom instructions and after completion of the course.

Roles of the Individuals in the Study

In this study, three groups of people were involved:

1. The researcher: The researcher roles were as follow:

1.1 preparing drafts of curriculum documents including goals, course outline, intended learning outcomes, activity plans, teacher guide, and course evaluation plans

1.2 preparing drafts of assessment tools for each classroom activity

1.3 developing research instruments

1.4 listing procedures of local practice for each topic

1.5 listing names of local people in school area

1.6 listing names of learning resources and related documents for such topics

1.7 preparing equipment, chemicals or materials needed for students' experiments

1.8 observing classrooms while participating teachers instructed both in the preliminary study and field study

1.9 rating student evaluation form of science process skills during classroom instructions in field study

1.10 checking students' manipulative skills in field study

1.11 interviewing participating teachers and students for their opinions related to the course: *Chemical in Everyday Life*

1.12 supervising participating teachers when they instruct at the preliminary study and field study and

1.13 taking notes while conducting this research

2. Participating teachers: Participating teacher's roles were as follow:

2.1 participating in *Teacher Preparation* workshop

2.2 collaborating in developing curriculum documents

2.3 instructing in the preliminary study (one of participating teacher)

2.4 observing classroom instructions (two of participating teachers)

2.5 discussing as regard to classroom events during the preliminary study in order to revise or reconsider learning activity strategies, learning resources and assessment tools

2.6 instructing their classrooms in field study, during the instructions, taking or playing the roles of testers and presenters

2.7 answering formal interview questions

2.8 completing a questionnaire and

2.9 taking notes during the instructions

3. Participating students: Participating students' roles were as follow:

3.1 participating all learning activities such as, investigations, experiments, science projects

3.2 playing the roles of verifiers and presenters in ongoing classroom learning

3.3 completing all planned tasks and

3.4 completing the set of tests, questionnaire, and interview questions.

CHAPTER 4

FINDINGS

This chapter presents the findings of the development of an elective science curriculum of secondary schools: *Chemicals in Everyday Life*. The findings are presented in the following order: 1) curriculum development; 2) curriculum implementation and 3) curriculum evaluation.

Curriculum Development

There were two major phases of curriculum development: preparation and design.

1. Preparation of the Curriculum:

1.1 The researcher studied and analyzed related documents regarding to curriculum development, Thai National Education Standard, Science Education Standard, science instruction strategies and evaluation of science instruction. The information gained was used to design a draft curriculum consisting of principles, course description, intended learning outcomes, learning activity plans, and curriculum evaluation plans.

1.2 The researcher gathered data on scientific content and principles including local wisdom of using chemicals in everyday Life The data were collected through analysis of text books, journals, the internet and interviewing local people. The collected data were to be used in preparing the Teacher Guide Book which consist of science contents and local wisdom using chemicals in the region.

2. Designing the Curriculum:

2.1 The researcher wrote the draft of the curriculum based on selected teaching strategies. The 5E-learning cycle was used 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. Activity plans and assessment tools were assigned for each phase of the cycle. More details of the curriculum documents and activity plans are shown in Appendix 1.1.

2.2 The researcher selected three participating teachers from Maha Sarakham: one teacher participated in the preliminary phase and two teachers in the curriculum implementation phase. The information on their teaching load is shown in Table 41.

2.3 The researcher developed assessment tools. The draft curriculum and assessment tools were examined by experts and revised in which to be used in the preliminary study with 26 MS II students at Khampom Wittayakhom School, Maha Sarakham from December 1 – 30, 2003. The preliminary study took 20 hours. The purposes of the preliminary study were to tryout the activity plans of the learning cycle and familiarize the selected participating teachers with the learning cycle strategies.

Regarding the preliminary study, it was found that students could not formulate their hypotheses, set variables, and design experiments. In order to improve these skills, students should study the experimental samples carefully, design an experiment and conduct experiment. Another finding was that in some experiments, students did not observe and record data quantitatively. So students could not demonstrate skills in 1) classifying and grouping data and 2) organizing and interpreting data. To complete these skills every group should have planned a survey regarding their topics of investigations before plan their experiments. In their survey they would get data of frequency, calculate percentage and write their graphs. The last finding was that when students presented their plans or findings in front of the class, other students did not pay attention and made loud noise. In order to attract their attention, the teacher should asked the students to summarize the presentation of each group and evaluate the others' presentations of the field study as well.

As a result of adjusting the activities, time allocation for the exploration phase was extended from 14 to 18 hours. Meanwhile, the explanation phase was reduced from 8 to 4 hours.

Curriculum implementation

Results from the preliminary study were used to revise the curriculum which consists of five topics: 1) Detergents 2) Food Additives and Preservation of Food 3) Natural dyes 4) Natural Insecticides and Pesticides and 5) Herbal medicine. The inquiry cycle called *One Course One Cycle* with local wisdom was used throughout the curriculum which was implemented with 68 MS

II students of Nguaba Wittayakhom School and Mittraphap School in the second semester, 2003 (January 3rd to March 3rd 2004). The total experimental period took 36 hours. Subjects were 27 MS II students from Nguaba Wittayakhom and 41 from Mittraphap School who have shared very similar characteristics of communities and living contexts.

The numbers of subjects of both schools were classified according to the 5 study units as shown in Table 7.

TABEL 7: CLASSIFICATION OF SUBJECTS BASED ON TWO SCHOOLS AND UNITS

Unit of investigation	Nguaba Wittayakhom School		Mittraphap School		Total
	number of groups	subjects	number of groups	subjects	
1 Detergents	1	6	1	6	12
2 Food Additives and Preservation of Food	1	4	2	10	14
3 Natural dyes	2	8	2	10	18
4 Natural Insecticides and Pesticides	1	4	2	10	14
5 Herbal Medicine	1	5	1	5	10
Total	6	27	8	41	68

The data were collected from both quantitative and qualitative forms by using 1) Pre- and post-tests, 2) The Evaluation Form of Science Process Skills, 3) The Evaluation Form of Manipulative Skills, 4) Questionnaire of Students' Attitudes towards Science Learning, 5) Questions for Students' Interviews, 6) Questionnaire of teacher's Opinions and 7) Questions for Teachers' Interviews.

1. Testing of Research Hypotheses

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

1.1 Pre- and Post- tests

Hypothesis 1: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have higher post-test scores than pre-test scores.

According to this research hypothesis it was expected that students who participate in the curriculum, *"Chemicals in Everyday Life"* with local wisdom would gain higher post-test score than pre-test scores.

The pre- and post-tests were constructed using multiple choice items. The total numbers of item were 50, 10 items for each unit. The reliability of the test determined by KR-20 was 0.85. The test evaluated students' abilities in three types: 1) knowledge and comprehension, 2) application of scientific knowledge and methods and 3) processes of scientific inquiry; the results of which were 28, 28 and 44 percent, respectively.

The pre- and post-test scores of the students' achievement from both schools are presented as mean (M) and standard deviation (SD) in Table 8.

TABLE 8: PRE- AND POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Test	n	M	SD
Pre-test	68	20.53	6.41
Post-test	68	25.15	8.05

n = number of student df = n-1

The mean post-test scores of the students of both schools was 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 9.

TABLE 9: T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Test	df	M	SD	t	p
Pre-test	67	20.53	6.41	7.026**	.000
Post-test	67	25.15	8.05		

$t_{(.05;\ df\ 60)} = 1.1669$ df = n -1 p = probability

The t-test results of pre- and post-test scores of the students from both schools show that the mean scores are significantly different at the .05 level. This indicated that the students' post-test scores were higher than pre-test scores which is supported the hypothesis I.

The following tables are presented to illustrate differences in their performances in the pre- and post-tests of each school students.

TABLE 10: PRE- AND POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

Test	n	M	SD
Pre-test	27	16.07	4.71
Post-test	27	20.67	6.94

The post-test mean of the students from Nguaba Wittayakhom School was higher than that of the pre-test. A t-test (pair-wise) used in determining the significant difference of the means of pre- and post-test scores showed the significant difference at .05 level.

TABLE 11: T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

Test	df	M	SD	t	p
Pre-test	26	16.07	4.71	3.886**	.001
Post-test	26	20.67	6.94		

$t_{(.05;\ df\ 26)} = 1.706$

The t-test result of pre- and post-test scores of the students from Nguaba Wittayakhom School shows that the mean scores are significantly different at .05 level. This indicated that the students gained higher post-test scores than pre-test scores. The result was supported the hypothesis I.

TABLE 12: PRE- AND POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Test	n	M	SD
Pre-test	41	23.46	5.67
Post-test	41	28.09	7.41

The post-test mean of the students from Mittraphap School was higher than that of the pre-test. A t-test (pair-wise) used in determining the significant difference of the means of pre- and post-test scores showed the significant difference at .05 level.

TABLE 13: T-TEST RESULTS OF PRE- AND POST- TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Test	df	M	SD	t	p
Pre-test	40	23.46	5.67		
Post-test	40	28.09	7.41	5.972*	.000

$t_{(.05;\ df\ 40)} = 1.684$

The t-test result of pre- and post-test scores of the students from Mittraphap School shows that the mean scores are significantly different at the .05 level. This indicated that the students' post-test scores are higher than pre-test scores. So, hypothesis I is rejected with confidence.

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

1.2 The Cognitive Learning Outcomes of Students From Each Unit

Hypothesis II: the mean scores of the students who do activities in different units of the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, are not different in cognitive learning outcomes.

According to this hypothesis it was expected that students of each group who study the assigned topic precisely would be able to exchange their experiences and knowledge with one another. As a result, their scores for the cognitive learning outcomes on each topic were not different.

The pre-test scores of the students in different topics are presented in Table 14.

TABLE 14: THE PRE-TEST SCORES OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Unit	n	Pre-test											
		Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Total	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	12	4.00	1.41	3.64	1.15	4.28	1.49	4.29	1.77	4.60	1.26	20.58	6.02
2	14	4.17	1.70	3.50	1.87	4.78	2.56	4.07	1.38	4.70	2.41	18.79	6.13
3	18	4.42	1.68	3.50	1.83	4.78	1.73	3.71	1.77	4.60	2.50	21.78	7.72
4	14	3.58	1.62	3.86	1.56	3.89	1.53	3.79	1.37	4.00	1.94	19.57	4.50
5	10	4.17	2.08	4.29	1.90	4.06	2.04	3.71	1.59	4.10	1.29	22.00	7.33

n = number of students

Unit 1 = Detergent

Unit 2 = Food additives and preservation of food

Unit 3 = Natural dyes

Unit 4 = Natural insecticides and herbicides

Unit 5 = Herbal medicine

Table 14 illustrates the mean scores in the pre-test of the students from both schools are different in different units. The One-Way ANOVA technique was used to determine if these scores are significantly different. The result is shown in Table 15.

TABLE 15: ANOVA RESULTS OF PRE-TEST SCORES CLASSIFIED ACCORDING TO UNITS

Sources	df	SS	MS	F	p
Model	4	105.128	26.282	.625	.646
Error	63	2647.813	42.029		
Total	67	2752.941			

$F_{(.05;\ df\ 4,63)} = 2.53$

Regarding the students' scores in different topics, the ANOVA analysis indicated that the mean scores of the students from both schools were not significantly different at the .05 level. This indicated that there is no significant difference in the scores of the students from both schools in basic knowledge.

The post-test scores were used to test the second research hypothesis. The post-test scores of the students from both schools are in accordance with the different topics are shown in Table 16.

TABLE 16: THE POST-TEST SCORES OF THE STUDENTS IN DIFFERENT UNITS

Unit		Post - test											
		Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Total	
	n	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	12	5.50	1.73	4.14	2.03	4.89	1.41	4.07	1.82	4.50	1.96	25.50	7.97
2	14	5.33	1.87	5.14	2.21	6.06	2.53	4.86	2.57	5.10	1.85	23.21	7.98
3	18	4.92	1.78	4.93	2.13	6.44	2.50	4.36	1.60	4.90	2.33	28.44	8.57
4	14	4.75	2.09	4.93	2.30	5.83	2.09	5.14	1.75	5.20	2.10	23.14	6.48
5	10	5.00	1.95	4.07	1.69	5.22	2.10	4.71	1.44	4.60	2.32	24.30	8.89

The post-test mean scores of the students in different units were different as shown in Table 14. The post-test scores of each group of students for the different topics were used to test Hypothesis 2. An analysis of variance was used to analyze the differences in the post-test scores of the students in the two schools. The result is shown in Table 17.

TABLE 17: ANOVA RESULTS OF POST-TEST SCORES CLASSIFIED ACCORDING TO UNITS

Sources	df	SS	MS	F	p
Model	4	312.914	78.224	1.222	.311
Error	63	4033.616	64.026		
Total	67	4346.529			

$$F_{(.05;\ df\ 4,63)} = 2.53$$

Regarding different topics, the ANOVA analysis results showed that the mean scores of the students from both schools are not significantly different at the .05 level. It is then concluded that the students of both schools are not significantly different in gaining knowledge of different topics.

In conclusion, comparisons of the students' post-test scores in different topics do not show any difference. This indicated that the gained scores of students studying different topics through the *One Course One Cycle* learning approach are not significantly different. These findings supported the second hypothesis that the mean scores of the students who do activities in different units of the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, are not different in cognitive learning outcomes.

1.3 Science Process Skills

Hypothesis III: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have science process skill scores at a high level.

According to this hypothesis, by doing activities through the curriculum, students were expected to be able to study their own topics, design and conduct experiments, analyze data and draw conclusions from their experiments, and thus improve their science process skills to a high level.

Students' science process skills were assessed from experimental and survey reports which they submitted in groups. The reports were evaluated by the researcher and participating teachers. The first - five skills were checked according to their experimental reports.

The last two skills, sixth and seventh, were assessed from their survey reports. There were fourteen experimental and fourteen survey reports altogether to be rated using a three-scale criteria: 3, 2 and 1. The scoring reliability with Pearson Product correlation was 0.596. This indicated that there is a significant correlation of a participating teacher and researcher' scoring of the science process skills at the .05 level.

The scores of science process skills of all students are shown in Table 18.

TABLE 18: THE SCORES OF SCIENCE PROCESS SKILLS OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Skills	n	M	SD
1. Formulating Hypotheses	14	2.29	.61
2. Identifying and Controlling Variables	14	2.39	.53
3. Conducing experiments	14	2.32	.50
4. Observing	14	1.85	.46
5. Inferring and Making Conclusions	14	2.09	.53
6. Classifying and Grouping Data	14	2.86	.31
7. Organizing and Interpreting Data	14	2.83	.24

The above table indicates that the mean scores of the students' first five science process skills are lower than 2.51, but the last two skills from which the students gained their mean scores higher than 2.51.

TABLE 19: THE SCORES OF SCIENCE PROCESS SKILLS OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Skills	n	M	SD
6. Classifying and Grouping data	14	2.86	.31
7. Organizing and Interpreting data:	14	2.83	.24

A t-test for one sample was used to calculate and determine if these mean scores of the last two skills were significantly higher than the criteria at the .05 level. The findings are shown in Table 20.

TABLE 20: T-TEST RESULTS OF SCIENCE PROCESS SKILLS

Skills	df	M	SD	T	p
6. Classifying and Grouping data	13	2.86	.31	4.250*	.001
7. Organizing and Interpreting data	13	2.83	.24	4.902*	.000

$$t_{(.05;\ df\ 13)} = 1.774$$

The t-test scores of science process skills–classifying and grouping data, and organizing and interpreting data– showed that the mean scores were significantly different at the .05 level. This indicated that the students' skills in classifying and grouping data, and organizing and interpreting data are higher than the assigned criteria.

On the other hand, their scores in the other science process skills are lower than the criteria (2.51). The skills are shown in Table 21.

TABLE 21: SCIENCE PROCESS SKILLS OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Skills	n	M	SD
1. Formulating Hypotheses	14	2.29	.61
2. Identifying and Controlling Variables	14	2.39	.53
3. Conducing Experiments	14	2.32	.50
4. Observing	14	1.85	.46
5. Inferring and Making Conclusions	14	2.09	.53

The mean scores of the first overall five science process skills: 1) formulating hypothesis, 2) identifying and controlling variables, 3) conducting experiment, 4) observing, 5) inferring and making conclusion; were lower than the criteria (2.51). A t-test analysis of one sample was used to calculate and determine if the scores of these skills are significantly lower than the criteria at the .05 level. The results are shown in Table 22.

TABLE 22: T-TEST ANALYSIS OF SCIENCE PROCESS SKILLS

SKILLS	df	M	SD	t	p
1. Formulating Hypotheses	13	2.29	.61	1.373	.193
2. Identifying and Controlling variables	13	2.39	.53	0.834	.419
3. Conducting Experiments	13	2.32	.50	1.400	.185
4. Observing	13	1.85	.46	5.483*	.000
5. Inferring and Making Conclusions	13	2.09	.53	2.938*	.052

$t_{(.05;\ df\ 13)} = 1.774$

A t-test analysis of the three science process skills: 1) formulating hypotheses, 2) identifying and controlling variables and 3) conducting experiments; shows that they are not significantly different at the .05 level. The results indicated that the mean scores of these three skills are not different from the criteria.

On the other hand, the mean scores of some science process skills: such as observing, inferring, and making conclusions–were significantly different at the .05 level. The results indicated that their science process skills in observing, inferring and making conclusions, are lower than the assigned criteria.

In conclusion, the t-test results of testing the research hypothesis show that students gained the higher mean scores of two science process skills than the assigned criteria while the mean scores of two science process skills are less than the assigned criteria. The results do not completely support the third hypothesis: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have science process skills scores at a high level.

1.4 Manipulative skills

Hypothesis IV: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have manipulative skills at a high level.

According to this hypothesis, the students who study a selected topic precisely in groups, were expected to be able to design and conduct an experiment. A result of this procedure will be the students should gaining manipulative skills in a high level

The manipulative skills were evaluated by observing with a checklist of experimental form which consists of 4 major parts: 1) methodical working, 2) experimental techniques, 3) manual dexterity and 4) orderliness. These four parts were composed of 15 items with 4 checklists of methodical working, 4 checklists for experimental techniques, 3 checklists of manual dexterity and 4 checklist for orderliness.

The reliability of scoring: the researcher and a participating teacher assessed students' manipulative skills by observing 3 groups of students and checked the results. The points given by the researcher and the participating teacher were computed and analyzed to find the correlation with the Pearson correlation coefficient technique. The correlation was .133 and it correlated significantly at the .05 level. In regard to the students' manipulative skills, the researcher observed and evaluated their manipulative skills individually while they were conducting their experiments.

The manipulative skills of the students from both schools are presented in Table 23.

TABLE: 23: MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Skills	n	M	SD
Methodical working	68	2.43	.39
Experimental techniques	68	2.37	.33
Manual dexterity	68	2.36	.34
Orderliness	68	2.33	.54

The scores in manipulative skills of the students from both schools were lower than the assigned criteria (2.51) as shown in Table 23. A t-test analysis of one group was conducted to determine if they gained scores significantly at the statistical level against the criteria. The results are shown in Table 24.

TABLE 24: T-TEST ANALYSIS OF THE MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Skills	df	M	SD	t	p
Methodical Working	67	2.43	.39	1.739	.087
Experimental Techniques	67	2.37	.33	3.492*	.001
Manual Dexterity	67	2.36	.34	3.578*	.001
Orderliness	67	2.33	.54	2.810*	.006

$t_{(.05;\ df\ 67)} = 1.699$

The t-test analysis of manipulative skills indicated that the mean scores in methodological working of the students from both schools are not significantly different at the .05 level. Where as the mean scores of: experimental techniques, manual dexterity, orderliness and overall of manipulative skills were significantly lower than the assigned criteria significantly at the .05 level.

In regard to each school, the manipulative skill scores of the students from Nguaba Wittayakhom School are presented in Table 25.

TABLE 25: MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

Skills	n	M	SD
Methodical Working	27	2.44	.38
Experimental Techniques	27	2.18	.21
Manual Dexterity	27	2.29	.35
Orderliness	27	2.00	.67

The scores of the manipulative skills of the students from Nguaba Wittayakhom School are lower than the criteria (2.51). A t-test analysis of one group was conducted to determine if the scores are significant at the statistical level against the criteria. The results are shown in Table 26.

TABLE 26: T-TEST ANALYSIS OF MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

Skills	df	M	SD	t	p
Methodical Working	26	2.44	.38	0.892	.381
Experimental Techniques	26	2.18	.21	8.432*	.000
Manual Dexterity	26	2.29	.35	3.172*	.004
Orderliness	26	2.00	.67	3.241*	.003

$t_{(.05;\ df\ 26)} = 1.679$

The t-test analysis of the manipulative skills indicated that the scores in methodical working of the students from Nguaba Wittayakhom School are not significantly different at the .05 level. In regard to other skills: experimental techniques, manual dexterity, orderliness and overall of manipulative skills, the result indicated that the mean scores of the students in these skills are lower than the assigned criteria, with a statistical difference.

The scores of manipulative skills of the students from Mittraphap School are presented in Table 27.

TABLE 27: MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Skills	n	M	SD
Methodical working	41	2.41	.41
Experimental techniques	41	2.50	.33
Manual dexterity	41	2.41	.33
Orderliness	41	2.48	.36

Their scores of the manipulative skills of the students from Mittraphap School were lower than the criteria (2.51). A t-test analysis of one group was conducted to determine if the scores are significant at the statistical level against the criteria. The results are shown in Table 28.

TABLE 28: T-TEST ANALYSIS OF THE MANIPULATIVE SKILLS OF THE STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Skills	df	M	SD	t	p
Methodical Working	40	2.41	.41	1.492	.144
Experimental Techniques	40	2.50	.33	0.194	.847
Manual Dexterity	40	2.41	.33	2.055*	.051
Orderliness	40	2.48	.36	0.504	.617

$t_{(.05;\ df\ 40)} = 1.706$

The t-test analysis of manipulative skills indicated that the mean scores of Mittraphap School students' in methodical working, experimental techniques and orderliness are not significantly different at the .05 level, only manual dexterity skill had mean score lower than the criteria, with a statistical difference.

In conclusion, the scores for manipulative skills of the students from both schools were not in the high level, nor was the score in each school. The results indicated that the manipulative skills of the students were lower than the assigned criteria. The result did not support the hypothesis IV.

1.5 Attitudes towards Learning Science

Hypothesis V: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have positive attitudes towards learning science in a high level.

According to this hypothesis, students were expected to gain the positive attitudes towards learning science in a high level after they participate in the curriculum *Chemicals in Everyday* Life with local wisdom, instructed through the *One Course One Cycle* learning approach.

The data were collected by using 5-scale Likert questionnaire to assess students' attitudes towards learning science through the curriculum. The questionnaire consisted of two main sections: one had 16 items concerning learning activities and the other had 8 items on overall learning activities.

The attitudes towards learning science of students from both schools are showed in Table 29.

TABLE 29: ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF THE STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Scale	n	M	SD
1. Learning Activities in Each Step	68	3.87	0.63
2. Overall Learning Activities	68	4.05	0.64

The mean scores of the attitudes of the students from both schools towards learning science were higher than the criteria (3.51) as shown in Table 29. A t-test analysis of one group was conducted to determine if the scores are significantly higher than the criteria. The results are shown in Table 30.

TABLE 30: T-TEST ANALYSIS OF THE ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF STUDENTS FROM BOTH SCHOOLS

Scale	df	M	SD	t	p
1. Learning Activities in Each Step	67	3.87	0.63	18.35*	.000
2. Overall Learning Activities	67	4.05	0.64	20.71*	.000

$t_{(.05;\ df\ 60)} = 2.390$

According to the t-test analysis, it is indicated that the mean scores of their attitudes towards both areas are higher than the criteria with significantly different at the .05 level. So they had positive attitudes towards overall learning activities as expected.

The following table is showing attitudes towards learning science of students from Nguaba Wittayakhom School.

TABLE 31: ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

Scale	n	M	SD
1. Learning Activities in Each Step	27	3.89	.68
2. Overall of Learning Activities	27	3.98	.68

The mean scores of the attitudes towards learning science of students from Nguaba Wittayakhom School are higher than the criteria (3.51) as show in Table 31. A t-test analysis of one group was conducted to determine if the scores are significantly higher than the criteria. The results are shown in Table 32.

TABLE 32: T-TEST ANALYSIS OF THE ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF STUDENTS FROM NGUABA WITTAYAKHOM SCHOOL

SCALE	df	M	SD	t	p
1. Learning Activities in Each Step	26	3.89	.68	10.45*	.000
2. Overall of Learning Activities	26	3.98	.68	11.32*	.000

$t_{(.05;\ df\ 26)} = 1.706$

According to the t-test analysis, the mean scores of the attitudes towards learning science in each step and overall, are significantly different at the .05 level.

The attitudes towards learning science of students from Nguaba Wittayakhom School are presented in Table 33.

TABLE 33: ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Scale	n	M	SD
1. Learning Activities in Each Step	41	3.91	.59
2. Overall of Learning Activities	41	4.02	.66

The mean scores of the attitudes towards learning science of students from Mittraphap School were higher than the criteria (3.51) as shown in Table 33. A t-test analysis of one group was conducted to determine if their scores are significantly higher than the criteria. The results are shown in Table 34.

TABLE 34: T-TEST ANALYSIS OF THE ATTITUDES TOWARDS LEARNING SCIENCE OF STUDENTS FROM MITTRAPHAP SCHOOL

Scale	df	M	SD	t	p
1. Learning Activities in Each Step	40	3.91	.59	15.16*	.000
2. Overall Learning Activities	40	4.02	.66	14.74*	.000

$t_{(.05;\ df\ 40)} = 1.684$

According to the t-test analysis, the mean scores of the attitudes towards learning activities, in each and overall, of students from Mittraphap School were significantly different at the .05 level.

In conclusion, the fifth hypothesis is supported by the fact that the attitudes of all towards leaning science were higher than the assigned level. Similarly, students in each school showed the same results. This supports the hypothesis that students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have high positive attitudes towards learning science.

1.6 Teachers' Opinions towards the Curriculum

Hypothesis IV: teachers who instruct the curriculum, *Chemicals for Everyday Life,* have positive opinions towards the curriculum at a high level.

According to this hypothesis, teachers who participate in this curriculum development and its implementation were expected to have high positive opinions towards the curriculum, *Chemicals in Everyday Life* with local wisdom and instructed through the *One Course One Cycle* approach.

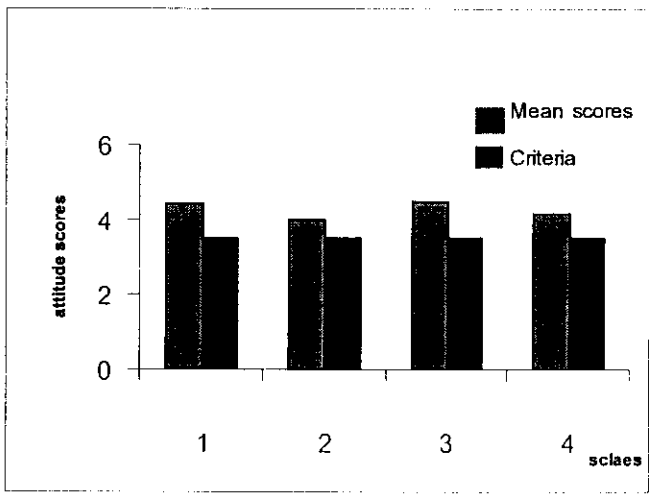
The data were collected by using a 5-sclae Likert questionnaire. The questions on opinions were divided into three sections: the curriculum, learning activities and evaluation of student learning outcomes.

The teachers' opinions towards the course are presented in Table 35.

TABLE 35: THE TEACHERS' OPINIONS TOWARDS THE CURRICULUM

SCALE	n	M	SD
Opinions regarding the curriculum	3	4.43	.60
Opinions regarding the learning activities	3	4.02	.59
Opinions regarding the evaluation of student learning outcomes	3	4.47	.51

According to Table 35 and Figure 5, teachers who participated in developing and implementing the curriculum, *Chemicals in Everyday Life* with local wisdom and instructed through the *One Course One Cycle,* had higher positive opinions, on each and overall section, towards the curriculum than the criteria (3.51).



1 = Opinions regarding the curriculum
2 = Opinions regarding the learning activities
3 = Opinions regarding the evaluation of student learning outcomes
4 = Overall opinions

Figure 5 Comparison of the Teachers' Opinions
Towards the curriculum against the Criteria (3.51)

In conclusion, the opinions of the teachers towards the curriculum, learning activities, students' learning outcomes and evaluation were higher than the criteria. The finding supports the hypothesis that teachers who participate in instructing the curriculum, have positive opinions towards this curriculum at a high level.

2.3 Qualitative data

The qualitative data of implementation of the curriculum were collected by informally interviewing the students and teachers. The results of the interviews are as follows:

2.3.1 Student Interviews

Twenty-eight representatives of each group were interviewed for 5-10 minutes, individually or in small groups while they were studying in class. They were asked to express opinions towards the curriculum. Results of the interviews were as follow:

The opinions of students towards applying local wisdom in learning activities were:

1) Students have positive attitude regarding adopting local wisdom and traditional practices to science learning activities. Their responses show their positive attitudes: students learned what they had never known, students learned both science and local wisdom which was integrated with the scientific knowledge about using chemicals in the local area, and students have positive attitudes towards using local wisdom in daily life.

2) Students showed awareness of the importance of local wisdom:

2.1 It is important to learn local wisdom because people are able to adapt to the daily life. Most people do not realize the value of local wisdom. For example, when people get sick, they usually go to the doctor. On the other hand, local people can cure themselves by using local herbs. They are very impressed knowing that elderly people do not forget the importance of local wisdom.

2.2 Students want to learn about local wisdom because it is very useful for their daily life, They hoped that everybody should conserve the importance of local wisdom.

Many students said that they understood science contents better when local wisdom was incorporated in learning activities because these activities concern their daily life.

In regard to learning activities, students planned their own learning topics:

1) They studied by themselves; planning, designing, working and surveying in order to conduct their own science projects. They feel free and have more self-confidence because they have chances to think and select what they want to learn, survey, and conduct experiment.

2) They have chances to conduct experiments which they have never done before.

3) Most of the students say that they are able to learn science better because they can select plans, and conduct experiments by themselves.

4) Few students disliked choosing and designing their own topics because they did not understand the strategy of learning through the *One Course One Cycle* and it was too difficult for them.

Comparing to the traditional instruction of science subjects, the following are what students had learned from this curriculum:

1) how to survey, study, plan, analyze data, think, and solve problems on their own

2) how to observe, identify variables, and conduct experiments on their own, 3) getting experiences and skills in science experiments with real chemicals used in their daily life. As a result, this teaching method helps students better understand scientific knowledge than traditional teaching method.

Students also showed that they: 1) acquired more knowledge on the environmental surroundings, local herbs and local wisdom in a community, 2) developed teamwork skills, self confidence, presentation skills, and 3) gained knowledge of science learning processes such as practice working on their own, learn how to study, know what they can do or cannot do, responsibilities for studying and doing experiments on their own. The processes help students understand science more explicitly because they do not only learn theories and contents in textbooks, but they also get scientific knowledge from the environment.

In regard to teaching strategies, students thought that the teacher should do the following: 1) explain how to use chemicals explicitly and make sure that students understand, 2) explain to students and guide them how to conduct an experiment and how to use chemicals correctly and appropriately, and 3) explain about the harms of chemicals and how to protect themselves.

The students suggested that the roles of the teacher should be changed or improved to help students learn more in this curriculum by: 1) explain to them more details, 2) guide them how to conduct experiments, 3) guide them how to do and explain experimental procedures if students do not understand, 4) advise them how to design and write science projects and 5) provide adequate chemicals, materials and equipment, also, teachers should: 1) set suitable team work and give more time to do such activities as surveys and experiments and not to give many assignments in a short time.

In conclusion, the students had positive attitudes towards using local wisdom in learning science. They were also aware of the importance of local wisdom and environment. They learned science by doing experiments related to their daily life. It was obvious that they gained the scientific knowledge from their science classrooms.

As a result of using the student-centered approach, students did not only improve their investigative abilities in science, but they also improved their social skills. They learned to work in teams and exchanged experiences with other students. They could ask local people to get data related to the research and they were self-confident in learning science.

In summary, the students developed their science concepts, scientific methods, laboratory skills, social skills, and attitudes towards science.

2.3.2 Interview of Participating Teachers

Participating teachers were interviewed for about 20-30 minutes after teaching their science class. The results of the interviews are as follow:

1. In regard to the inquiry cycle approach, participating teachers believe that it was a good teaching technique and the activities were based on student-centered approach, for students could choose topics that they wanted to learn and they could plan, design and conduct their experiments by themselves. The roles of teacher were as advisor and facilitator.

2. Problems of science learning activities which participating teachers maintained were as follows:

2.1 Students lacked ideas for planning and designing their scientific experiments. They were not familiar with the new learning system.

2.2 It took a long time to help students plan their experiments.

2.3 Some students did not help the group complete their works, especially paper works.

They suggested that teachers should prepare many sample experiment reports related to the selected topics. Also, teachers should prepare variety of local contents for students and each group of students should set their own responsibilities for each activity.

3. Problems of evaluation which participating teachers was the difficulty in evaluating in manipulative skills. It was suggested that they should be evaluated through peer assessment, observation of teachers and task assessment.

4. Teachers' satisfaction with the curriculum are as follow:

4.1 Participating teachers are satisfied with implementing this course because the activities were based on the children centered approach and scientific inquiry. Students had opportunities to learn what they want to, they can plan, design and conduct experiments by themselves. The processes help them improved their skills such as cognitive, psychomotor, and affective domains as well as thinking skills. It also improved students' science process skills.

4.2 Participating teachers were satisfied with the teaching approach, *One Course One Cycle*, because this technique focused on student-centered activities, which helped students learn how to construct knowledge based on local wisdom. This method provides students with constant knowledge.

However, a participating teacher was concerned with using the *One Course One Cycle* technique in other core courses such as Chemistry and Physics. She suggested that it might have covered all the science contents if the cycle had been planned for each unit instead of the whole course.

5. Participating teachers were satisfied with learning activities based on the investigative approach because they were able to improve their scientific skills. They learned to search, ask, plan, design and conduct experiments by themselves. As a result, they enjoyed participating in the curriculum, especially doing out-door activities.

6. Participating teachers were satisfied with the learning activities based on local wisdom because of the following reasons:

6.1 Students understood local wisdom and adopted it in their daily life. Local wisdom is the knowledge accumulated through years of experience

6.2 Learning activities with local wisdom could help students increase their awareness of its value.

7. Activities which participating teachers may apply to instruct other topics or courses:

7.1 providing opportunity for students to interview famous local people in many villages to get more ideas regarding wisdom in using chemicals in everyday life,

7.2 incorporating local wisdom in teaching science such as strategies for getting information from local people through surveys,

7.3 using the learning cycle to teach other science courses or topics.

8. Students were satisfied with the course and learning activities of the *One Course One Cycle* approach. Their satisfaction was identified as their learning outcomes, tasks, attitudes, interest and responsibility.

9. Participating teachers believed that students were interested in the learning activities of the course based on the inquiry cycle approach and the approach could also be applied to other science courses.

According to the interviews of participating teachers, teaching the course, *Chemicals in Everyday Life* with local wisdom could be a good model of teaching science because the model could improve all learning aspects of science such as cognitive, affective and psychomotor aspects. Since it is based on children-centered approach, students could learn science from local environment and they could be kept aware of the importance of local wisdom and its usefulness.

However, the participating teachers found some problems in teaching Chemicals in Everyday Life. These problems are: 1) students' lacking of the ability in scientific design, and limitation of time that is: the manipulative skills require more time to be evaluated.

In conclusion, the participating teachers believed that they were able to apply the approach to teach other science courses or topics with the inquiry learning approach.

Curriculum Evaluation

The curriculum was evaluated by a group of experts (see Table 40) in science instruction in Maha Sarakham, who are two university lecturers, two supervisors, one secondary science teacher and three participating teachers. The meeting was held on July

15th 2004 at Rajabhat Maha Sarakham University. The aims of the meeting were to introduce the ideas of curriculum development to educators in Maha Sarakham. The researcher presented the strategies for curriculum development, principles, curriculum documents, results of the preliminary study and implementing the curriculum.

As a result of the meeting, the experts agreed with the principles of the curriculum in using local wisdom with science instruction. They commented that it was a good approach to use the *One Course One Cycle* in science instruction, nothing that there were a few open-inquiry activities of science curricula in Thailand. According to the approach, students are free to choose topics, design and conduct experiments. The final products of students' investigations are science projects. According to this learning methodology, it is a completely open-inquiry strategy. This instructional approach is consistent with the 8th of the Thai National Education Standard in Science regarding the nature of science and technology.

Since this curriculum incorporated local wisdom in every learning activity, students learn science from their real life situations and environments. This reflects the National Education Policy regarding teaching local wisdom and using local resources. Consequently, the experts supported the idea of applying this curriculum to teaching science classes by adapting it to other science contents and school contexts.

The experts recommended that the teacher Guide Book should consist of contents with sample of local wisdoms or practices and some scientific explanations. Science teachers then would be able to apply it in their own teaching activities, both in core courses and elective courses.

Based on the experts' recommendations and results of the preliminary study and implementing the course, the researcher revised the curriculum documents for this curriculum--*Chemicals in Everyday Life* and proposed as an elective science curriculum for lower secondary school students. This curriculum will enable students to develop their investigative science skills. The *One Course One Cycle* should also be used as a teaching strategy to set learner-centered activities and should be introduced and promoted among science teachers in lower secondary schools.

CHAPTER 5

CONCLUSION AND DISCUSSION

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

Objectives of the Study

Objectives of the study are:

1. to develop and implement an elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* for the lower secondary school students. The curriculum is based on the standard-- *Substances and Their Properties.*

2. to study the results of implementing the elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* on students' learning outcomes.

3. to survey the opinions of teachers on the elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life.*

Research Hypotheses

The hypotheses of this study are:

1. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have higher post-test scores than pre-test scores.

2 The mean scores of the students who do activities in different units of the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* are not different.

3. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have science process skills at a high level.

4. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have manipulative skills at a high level.

5. Students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have attitudes towards learning science at a high level.

6. Teachers who implemented the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have positive opinions towards this curriculum at a high level.

Research Instruments

The research instruments used in the study are as follows:

1) The Curriculum
2) The Evaluation Forms of Curriculum Documents
3) Pre-and Post-Tests
4) The Evaluation Form of Science Process Skills
5) The Evaluation Form of Manipulative skills
6) Questionnaire on Students' Attitudes towards Learning Science
7) Questions for Student Interviews
8) Questionnaire on Teacher's Opinions towards the Curriculum
9) Questions for Teacher Interviews

Research Procedures

The research procedures were as follows:

Step 1: Curriculum Preparation:

The researcher studied related documents and gathered information on local wisdom related to the science contents.

Step 2: Curriculum Design:

The following procedures were used in the curriculum design phase:

2.1 Writing curriculum documents: the researcher wrote the draft curriculum that consisted of: 1) principles, 2) course description, 3) expected learning outcomes, 4) activity plans, 5) teacher guidelines, 6) assessment tools and 7) curriculum evaluation.

2.2 Selecting teaching strategies: the *One Course One Cycle* was incorporated with the curriculum. The activities were based on local wisdom and resources.

2.3 Writing activity plans and assessment tools: activity plans and assessment tools were examined by experts and developed by the researcher.

2.4 Selecting and preparing participating teachers: Participating teachers are volunteers who were local science teachers in Maha Sarakham, having at least five–year experience in teaching science.

2.5 Examining curriculum documents: a group of experts examined the curriculum documents to check the content validity.

2.6 Conducting a preliminary study: The preliminary study was conducted to teach MS II students at Kampom Wittayakom School, Maha Sarakham, during December 1 – 30, 2003. The aims of this phase were to check the activity plans of different phases of learning cycle and to familiarize teachers with the learning cycle strategy.

Step 3: Field Study

This step aimed at instructing the curriculum in a real classroom. The curriculum was instructed by two participating teachers at Nguaba Wittayakhom school in Vapipathum Distric and Mittraphap school in Kaedam District, Maha Sarakham, during January 3, to March 3, 2004.

Step 4: Evaluating and Revising the Curriculum

A meeting of experts was held on July 14, 2004 to discuss the development and results of the curriculum: *Chemicals in Everyday Life* with an inclusion of local wisdom. The responses and recommendations of the experts were used to evaluate the curriculum.

Conclusion

The research findings were concluded as follow:

1. **Curriculum Development:** The curriculum was developed based on the 3rd and 8th standard strands of Thai National Education Standard in Science regarding matters and their properties and nature of science and technology. The learning activities were integrated with local wisdom and instructed by using the *One Course One Cycle* strategy which consisted of 5 phases: 1) engagement, 2) exploration, 3) explanation and conclusion, 4) elaboration and exchange experiences, and 5) evaluation and application.

This curriculum was an elective science course for lower secondary school students. It was a 36-hour course. The main principle of the curriculum is to illustrate investigation of students. The students interviewed local people to get basic information for planning their investigations. They chose topics to investigate, plan and design their survey /experiments by themselves. The students worked on a science project in groups and presented their findings to other students in class. The teacher facilitated them and assessed their learning outcomes in every phase of the cycle.

The experts examined the curriculum documents, and the curriculum documents were revised and implemented in two classrooms by two participating teachers.

2. Curriculum Implementation

The results from the curriculum implementation provided two types of data: 1) quantitative data for testing the research hypotheses and 2) qualitative data for examining other effects of the curriculum.

2.1 Testing Research Hypotheses

In the implementation of the curriculum, data were collected to test the research hypotheses and results are as follow:

2.1.1 Hypothesis I: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have higher post-test scores than the pre-test scores. This hypothesis aims to test students' learning outcomes in the cognitive domain after they complete the curriculum: *Chemicals in Everyday Life* with inclusion of local wisdom. 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 result, it was found that the pre- and post-test scores of all the students in both schools 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 first hypothesis.

2.1.2 Hypothesis II: the post-test scores of students who do activities in different units through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* are not different. In regard to the scientific learning method, students exchanged their learning experience with other groups. Although they studied different topics in depth, their post-test scores were not different. To test the hypothesis, the post-test scores of the students were tested by using the ANOVA technique. The result indicated that their post-test scores were not significantly different at the .05 level. This indicates that students performed activities of different topics through the *One Curse One Cycle* learning approach, and their cognitive learning outcomes were not different. This supports the second research hypothesis.

2.1.3 Hypothesis III: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have science process skills at a high level.

According to this hypothesis, it is expected that working in group is able to help students study, design and conduct experiments on their selected topics, analyze

data and draw conclusions of the experiments. The students in the study were able to improve their science process skills at a high level.

The science process skills of the students were assessed by examining their experimental and exploratory reports. The mean scores were against the assigned level to test its statistical significance. The t-test result showed that the mean scores of two science process skills—classifying & grouping data and organizing & interpreting data—were higher than the assigned score. However, their score in the other science process skills—observing, inferring and making conclusions and overall skills were less than the assigned criteria. The results rejected the third hypothesis.

2.1.4 Hypothesis IV: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* have manipulative skills at a high level. The manipulative skills were evaluated by observing with a checklist and experimental form which consisted of 4 major parts: 1) methodical working, 2) experimental techniques, 3) manual dexterity and 4) orderliness. The mean scores of these manipulative skills in both schools were compared against the assigned level and the statistical significance of each skill was tested by a one group t-test.

The result showed that the scores in the manipulative skills of the students in both schools were not statistically different. The results indicated that the manipulative skills of the students were lower than the assigned criteria. The result then rejected the fourth hypothesis.

2.1.5 Hypothesis V: students who do activities through the curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have positive attitudes towards learning science at a high level. This hypothesis assumes that students gain the positive attitudes towards learning science at a high level after they participate in this curriculum with an inclusion of local wisdom instructed through the *One Course One Cycle* learning approach. The attitudes of students' towards learning science were evaluated by a 5-scale Likert questionnaire. The mean scores of students in both schools were compared against the assigned level and the statistical significance of the attitudes is tested by a one group t-test.

The results showed that all students in both schools had higher positive attitudes towards leaning science scores: 1) learning activities in each step, 2) overall of learning activities and the overall of attitudes were statistically higher than the assigned level. This supported the hypothesis that students who do activities through the

curriculum, *Chemicals in Everyday Life*, have higher positive attitudes towards learning science.

2.1.6. Hypothesis VI: teachers who participate in instructing the curriculum have opinions towards the curriculum at a high level. According to this hypothesis it is expected that teachers who participate in curriculum development and implementation have high positive opinions towards the curriculum, *Chemicals in Everyday Life* with an inclusion of local wisdom and instructed through the One Course One Cycle approach. Data were collected by a 5 sclae Likert questionnaire. The questions were divided into three sections: 1) the curriculum, 2) learning activities and 3) evaluation of student learning outcomes. The mean scores were compared against the assigned level.

The results showed that the participating teachers' had opinions towards the curriculum were higher than the assigned level and this supported the sixth hypothesis.

2.2 Conclusion of Qualitative Data

The qualitative data were collected through 1) interviewing students and participating teachers and 2) observing classroom activities as follows:

2.2.1 Student interviews and classroom activity observations: according to the data, it was concluded that the students had positive attitudes towards learning science with local wisdom. They were also aware of the importance of local wisdom and local resources. They learned science by doing experiments related to their daily life. It is obvious that they have gained scientific knowledge from their science class.

According to the student-centered approach, the students not only improved their investigative abilities in science, but also developed their social skills. They learned to work in teams and exchanged experiences with other students. They were able to ask local people for data related to their investigations. In other words, they were more self-confident.

Since learning activities were based on the student-centered approach, the students worked on topics of their interest in groups. They planned to survey by asking local people and conducted an experiment on their selected topics. They followed the plan for surveying and conducting experiments. The results showed that the students become more self-confident in studying this course.

In conclusion, both qualitative and quantitative data indicated that the students developed their abilities in learning science contents, scientific method, science process skills,

manipulative skills, and their attitudes towards science as well as their social abilities such as team working and asking-questions were increased.

2.2.2 Teacher Interviews: according to the data, it was concluded that the participating teachers had positive attitudes towards the curriculum. They claimed that this curriculum was a good model of teaching science because it was based on the children-centered approach. In regard to the learning strategy, the students improved all the learning aspects such as cognitive, affective and psychomotor, including thinking and problem solving skills. The teachers also instructed other science courses using the *One Course One Cycle.* Moreover, the participating teachers were satisfied with teaching the students by using local wisdom because their students had learned science from their daily life or environmental surroundings. This enable them to be aware of the importance of local wisdom in their daily life.

However, the participating teachers found some problems while teaching the curriculum: *Chemicals in Everyday Life*. These problems were 1) students' lacking ability for scientific design, 2) limitation of time and 3) difficulty in evaluation of students' learning outcomes. In conclusion, the participating teachers are confident that they are able to apply the approach to teach other science courses or topics with the inquiry cycle approach.

3. Curriculum Evaluation

The curriculum was evaluated by a group of experts in science instruction in Maha Sarakham. The researcher presented the strategies for the course development, principles of the course, curriculum documents, the results of preliminary study and implementing the course. According to the discussion of the experts on the curriculum, they commented on this curriculum that it is a good example of developing a curriculum based on local wisdom. The learning activities helped demonstrate the opened-inquiry approach. Students who participated in this curriculum learned the investigating processes and scientific method. They also did the science-learning activities and integrated with local wisdom, by themselves. It was obvious that they understood science concepts precisely and correctly.

As a result, the experts encouraged other science teachers to develop another science curriculum by using this curriculum as a guide by adapting the science contents according to school contexts.

The experts recommended that the Teacher Guide Book as a good book. It consists of contents with local wisdom and some scientific explanations regarding different units 1) Detergents 2) Food Additives and Preservation of Food 3) Natural Dyes 4) Natural Insecticides and Pesticides and 5) Herbal medicine. This book presents the samples of local wisdom in Vapipathum and Kaedam District, and some scientific explanations. The experts were confident that the science teachers in Maha Sarakham would be able to apply the learning activities and contents to their science core courses and elective courses.

Discussion

The following are discussions on the study results:

1. Students' Learning Outcomes

1.1 Cognitive

1.1.1 In regard to students' learning outcomes in the cognitive domain, the pre- and post-test scores showed that the mean pre- and post-tests scores of the students were significantly different at the .05 level. The result supports the research hypothesis because the mean of post-test scores was higher than the mean of pre-test scores.

Students' learning outcomes in the cognitive domain were evaluated by pre- and post-tests. The test focused on 1) knowledge and comprehension, 2) application of scientific knowledge and methods and 3) process of scientific inquiry; with relative percentage in items and scores 28, 28, and 44, repectively. The result supported the first research hypothesis that students who did all learning activities in this curriculum would gain higher post-test scores than pre-test scores.

In regard to the instructional approach, students were allowed to focus on the learning process of team working: design and survey as well as design and conduct experiments. 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 result was similar to the findings of Verilette (2000: 236) which found that students who participated in the intervention program which instructed through 5Es in 5 weeks gained significantly higher post-test scores than pre-test scores. Haury (1993: online) also 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.

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 2-3 weeks a time.

1.1.2 The post-test scores of the students in each group regarding the contents of each unit were not significantly different at the .05 level. It supported the second research hypothesis.

Considering the post-test scores of students as classified in units for in-depth study, the post-test revealed that about 22 percent of students understanding in knowledge and comprehension, 22 percent in application and 44 percent in science process skills. Although students from each unit of study gained different mean scores, there was significant difference between these mean scores. In regard to the *One Course One Cycle* learning activities, they were based on the learning cycle processes that were learner-centered. Even though the students worked on the different topics, they used similar processes of learning activities: collecting information from local people and academic documents, designing surveys and experiments, doing surveys and experiments, analyzing data and making conclusions. Each group presented their study and its findings to its class and they exchanged knowledge and experiences. Eventually the teacher summarized the main principles for the class. According to the similar learning processes, the students recognized the processes of investigation and applied them to answer similar questions on the test. Therefore, their mean post-test scores were not significantly different at the .05 level.

According to the learning methodology, it is suitable to teach students work on science projects because the methodology provides them opportunity to select a topic, plan, design, conduct experiments and draw the conclusions of their study. Therefore, the learning activities through the *One Course One Cycle* approach are good activities to teach students to do both exploratory and experimental projects science projects.

1.2 Science Process Skills

According to comparison of the scores, it was found that the students gained significantly lower scores of science process skills than the assigned score. This finding rejected the third research hypothesis. In regard to each of the science process skills, the results of comparison showed various findings as follows:

1.2.1 The scores of their science process skill—classifying and grouping data as well as organizing and interpreting data—were higher than the scores of the assigned criteria, with the mean scores being 2.86 and 2.83, respectively. Their scores were obtained by checking the exploratory report which was related to an interesting topic, an exploratory strategy which the students interviewed people in the local community. The data were recorded and presented in graphs. The results were supported by the study conducted by Haury (1993: online) who found that the inquiry approach helped students more improve the skills in writing graphs and interpreting data.

1.2.2 The scores in some science process skills of the students were not significantly different. These science process skills were 1) formulating hypothesis, 2) identifying and controlling variables and 3) conducting experiments. The mean scores were 2.29, 2.39 and 2.32 respectively. Even through the students did not improve their skills up to the assigned criteria, but the learning approach provides the students with various activities based on the learning process, so the students have improved their science process skills in a certain level. This support the study by Germann; Aram &; Burke (1996: 90). They evaluated the science process skills of grade-7 students and found that only 1.9 percent was able to control the variables while 28.3 percent was able to assign the variables. They also stated that science process skills were the basics of studying science. They also stated that although science process skills are the basics of studying science, college students still have no enough such skills: what they have are only for beginners (Germann; Aram &; Burke. 1996: 97). In this study, participating students were only 12 – 14 years old, the age group for the formal operational stage of Piaget's cognitive development theory. Students at this age are not mature enough to understand abstract relationships. Students are still confused with abstract relations such as relationships between dependent and independent variables. Even through students took a long times to define variables, their answers were still wrong.

1.2.3 Their mean scores of the science process skills, which were significantly different, were less than the assigned criteria. These science process skills were 1) observing, 2) inferring and making conclusion and 3) overall skills. The mean scores of these skills were 1.85 2.09 and 2.37 respectively.

The students of each group conducted the experiments on different topics based on a basic science process skills, and observation skills. The result showed that the observation skills were lower than the assigned criteria. Germann; Aram &; Burke (1996: 90)

study also revealed that only 16.2 percent of the students satisfyingly recorded data in tables while their inferring and making conclusion skills were lower than the assigned criteria. The results may have been caused by students' recording or writing data shortly and they made conclusions on findings without identifying by relations.

According to the above reasons, the scores of students' science process skills were significantly lower than the assigned criteria significantly. The result then rejected the third research hypothesis.

1.3 Manipulative skills

The manipulative skills of the students were compared to the assigned criteria and the results rejected the fourth research hypothesis. The scores in manipulative skills of the students in both schools were significantly lower than the assigned criteria.

In regard to the data, the result may be caused by the experiments. The students conducted a few experiments on developing manipulative skills which are required more practice. According to Thorndike's law of exercise, the more one practices, the better it is for one's memory. Therefore, manipulative skills need more conducting experiments. Anderson (1990: 256) stated that three steps of learning skills are 1) a cognitive stage, in which a description of the procedure is learned, 2) an associative stage, in which a method for performing is worked out, and 3) an autonomous stage, in which the skills become more and more rapid and automatic.

Another explanation for findings of the study regarding the low scores in manipulative skills was time limitation. The students did not have enough time to practice: they had done few experiments before they designed and conducted their own experiments. Nittaya Kongpan (2003: 40) claimed that her students also had some problems in conducting integrated science projects because they did not have enough experience. On the other hand, students need time to become familiar with the learning procedure, or to do more practice. This statement was supported by S. Thompson's interview with Precharn Dechrsi (Precharn Dechsri. 1994 : 96; citing personal communication, June, 1993, and November. 1993). Thompson believed that each skill needs to be practiced many times. In regard to complex skills, he also believed that the fluency in each skill will improve through hundreds of attempts.

1.4 Attitudes towards Learning Science

Attitudes of the students who did activities through the curriculum instructed by using the *One Course One Cycle* with an inclusion of local wisdom were significantly higher than the assigned criteria. This finding supported the fifth research hypothesis. The results are similar to many studies; Ebrahim, McCormick and Meade. Ebrahim (2004: Online) compared the effect of the student-centered approach to that of a traditional approach on the students' attitudes on learning science. It was found that students who were taught by the student-centered approach developed better positive attitude than the traditional approach. Similarly, McCormick (2000: Online) stated that students who learned biology through the 5Es instructional approach had better attitude towards science. Meade (2002: Online) also found that undergraduate students who learned chemistry by using the learning cycle gained positive attitude towards science. As a result of this study, the students did all activities by themselves in groups. They had opportunities to do many things they had never done in previous science courses. These were new situations for them; so they felt good in learning science. Furthermore, Siriporn Manopichatewattana (2004: Abstract) claimed that her students were happy and they enjoyed learning science through active learning activities. Consequently, students had positive attitudes towards science subjects (Billings. 2001: online)

Learning activities based on local wisdom provided students with opportunities to ask local people for basic information and knowledge regarding the local wisdom, after which they planned and designed their own experiments related to their daily life. Thus, the students have learned the way of life of people in the local community. This also enhanced students' attitude towards science and their awareness of the value of local wisdom; students were taught and they learned to recognize that local people's way of life does not depend on only advanced technology. Their local wisdom is able to bring them safety and happiness.

Moreover, the activities make the students aware of the importance of plants and herbs. For example, in the past people used a *Catunaregam spathulifolia* Tirveng fruit to clean their clothes, used citrus fruit to clean their hairs. They painted the floors of their houses by using solutions extracted from different kinds of tree barks. Teaching science based on local wisdom illustrated that it can help students to become active and eager to learn science because they feel that science is not abstract and far from their real life. (Keating. 1997: 25; Cessna & Cessna. 2001; 28: citing. Epp. 1995)

2. Teachers' Opinions

According to the data, it was found that participating teachers had positive opinions towards the course, *Chemicals in Everyday Life* with an inclusion of local wisdom and towards the instruction through the One Course One Cycle approach. The result was determined by the mean scores of each section of the questionnaire regarding 1) the course, 2) learning activities and 3) evaluation of students' learning outcomes. The result was also supported by the qualitative data from teacher interviews and the researcher's classroom observations. Teachers' opinions were higher than the assigned criteria because the participating teachers were provided with the strategy of the school-based curriculum development based on the Thai Educational Reform. It enabled them to use the student-centered instructional approach with local wisdom in their science classrooms. The students' performance was evaluated by authentic assessment. The participating teachers developed and revised classroom activities to achieve the expected learning outcomes in the preparing and preliminary study phases.

In classroom instruction, students investigated and performed their tasks in groups by themselves. They enjoyed working together in every task. They planned, interviewed local people, designed experiments, conducted experiments, analyzed data, and presented their findings to the class. The students performed their tasks with the advice of the teachers. According to the results, it showed that the teachers were happy and they enjoyed instructing with this strategy. It was obvious that the strategy enhanced their positive opinions towards the curriculum.

Recommendations

Regarding the development and implementation of the curriculum: *Chemicals in Everyday Life* with an inclusion of local wisdom, the *One Course One Cycle* was used in instructing this curriculum. To further enhance the effectiveness of this instructional strategy in teaching science and to enhance students to achieve all expected learning outcomes, the researcher recommended the following:

1. General Recommendation

1.1 Application of the Curriculum

1.1.1 The activities of the curriculum were based on the *One Course One Cycle* approach. The results showed that the post-test scores of the students who studied

of different topics in depth were not significantly different. The result indicates that although students who did in-depth study in different topics with the same procedures of investigative techniques, their post-test scores were not different. It means that students do not have to study all topics in depth. They can exchange experiences and contents with other groups during the phase of elaboration and exchange experience. The learning cycle approach is one way to help students learn more science contents as specified in the National Educational Standard (Wilder;& Shuttleworth. 2004: 25). This should be promoted to be used in other science classes.

1.1.2 The results of this study showed that students gained only some science process skills at a high level. According to the students' performance reports, the students did not understand how to define experimental variables precisely and they did not record quantitative data. This means that students should learn and do more experiments with additional activities so that they would be familiar with those skills.

1.1.3 Students learned science through the learning cycle approach better than the traditional one. The result was consistent with the study conducted by Madoazo; & Rhoton (1999: 27) and Keating (1997: 25). Students who learn through this technique enjoy learning science by asking local people and surveying local resources, this was also claimed by Billings (2001: Online). Integrating local wisdom with science instruction is a practical and useful way to enhance students' understanding in science.

1.1.4 After students participated in this curriculum, they conducted their own surveys and prepared/wrote the experiment reports actually their science projects. Students could conduct their science projects as required in the eighth National Education Standard for each level of learning science. This means that through participating in this curriculum, students could conduct their science projects. From this reason, this curriculum should be promoted among science teachers in Maha Sarakham and other provinces, as an example of a successful curriculum which is based on the students' center approach, opened-inquiry and inclusion of local wisdom.

1.2 Application of the Instructional Strategy

1.2.1 Class time should be extended for instructing this curriculum through the *One Course One Cycle* since it focuses on student investigation: students work in teams, plan, design, conduct their own surveys and experiments before they process or analyze 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-centered instructional strategy. Students of this level need more time and practical skills to prepare themselves in designing their own experiments, processing and analyzing data before drawing conclusions. Extended learning time will help students to practice enough science process skills before they can conduct their own experiments. This will also enhance their manipulative skills.

1.2.2 The participating teachers were prepared to instruct this curriculum by first participating in the *Teacher Preparation Workshop* and discussion regarding planning the activities. They also observed a class during the preliminary phase to become familiar with organizing every phase of the learning cycle. So, teachers who will implement this curriculum in teaching their classes should carefully study from the Teacher Guide Book.

1.2.3 Teachers who will implement this curriculum to their class should not only study the Teacher Guide Book but also gather more information regarding local wisdom in the school surroundings. This will enable the teachers to give better advice to students on planning their investigation as well as designing their experiments.

1.2.4 Teachers should prepare enough necessary instructional materials for students such as reading extracts from journals and textbooks, VCD's, Internet and sample science project reports.

1.2.5 Each group of students studied different topics in depth, based on their interest. In this study, they then shared their findings and experience to other groups during the elaboration phase. This is why teachers should spend more time on advising each group to plan and design their surveys and experiments. Teachers should also act as counselors and facilitators. Moreover, teachers should spend more time on reading, making comments and helping their students prepare experimental materials.

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

1.3 Setting School Policies

According to the Thai Basic Education Curriculum (BEC), teaching Methodology should focus on the learner-centered 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-centered approach. Nowadays, there are few examples of instructional strategy

and learning activities with integrated local wisdom. Varapron Watjanapun; & et al. (2001) claimed that use of local wisdom is frequently found in the areas of industrial science teaching, herbal Thai medicine, and agriculture with 60, 26.6 and 13.3 percent, respectively. Srisamorn Phumsaard and Monnipa Chutibut stated that subjects in the secondary school level instructed with local wisdom were the Thai Language, Professional Education, and Social Sciences (1996: 45-46).

2. Recommendation for Further studies

Recommendations for further studies were as follow:

2.1 According to the study, the students' score in only two science process skills were in a high level. While their scores in manipulative skills were significantly lower than the assigned criteria. This finding did not support the study expectation.

Further studies should be conducted to find out suitable numbers of learning activities and appropriate time for secondary students in which they would be enabled to develop more science process and manipulative skills.

2.2 In this study, students' science process skills were evaluated according to their exploratory and experimental reports which were assessed after they had completed their tasks. It is obvious that they spent much time on completing their experiment and writing reports. Germann; Aram &; Burke (1996) claimed that their students took a long time to complete their experiments and reports.

Further studies should be conducted to find out if increase in frequency of assessment is necessary to follow up students' performances effectively.

2.3 According to the learning strategy used in this study, students were provided with opportunity to study in dept topics of their interest. By doing this, they had a variety of topics for investigation such as using herbs to eliminate unpleasant breath smell, using solutions extracted from different tree barks as wood paint.

Further studies should also aimed at investigating students' creativity and ability in applying their knowledge in novel contexts or situations

Bibliography

Bibliography

Aikenhead, G.; & Solomon, J. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform. Ways of Knowing Science Series.* New York: Teachers College Press, Columbia University.

Anderson, J.R. (1990). *Cognitive Psychology and Its Implications.* 3rd ed. New York: W.H. Freeman and Company.

American Psychological Association, Board of Educational Affairs. (1997). *Learner-Centered Psychological Principles: A Framework for School Reform & Redesign.* Brandt, Ronald S. ed. (Online). Available: http://www.apa.org/ed/lcp.html. Retrieved August 25, 2003.

Ash, D.; & Kluger-Bell, B. (2000). "Identifying Inquiry in the K-5 Classroom," in *Inquiry Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom.* (Online). Available http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/ch_10.htm. Retrieved May 15, 2003.

Atkin, J.M.; et al. (2001*). Classroom Assessment and the National Science Education Standards.* Washington D.C.: National Academic Press.

Ban Moa Pattananukul School. (2002). A lower Secondary School Science Project. *The Effect of Artabotrys on Mealy Bug.* (Online). Available: http://elib.ipst.ac.th/elib/cgi-bin/opacexe.exe?op=dig&lang=0&db=scp&pat=&cat=tit&skin=u&lpp=8&catop=&f8lang=tha&fmat=1&ref=T:@3093&nx=. Retrieved March 31, 2002. (in Thai).

Barrow, R.; & Milburn, G. (1990). *A Critical Dictionary of Education Concepts.* 2nd New York: Teacher College Press.

Billings, R. L. (2001). *Assessment of The Learning Cycle and Inquiry-based Learning in High School Physics Education.* Dissertation. Michigan: Michigan State University. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. MAI 40/04 p. 480. (2002, August). DAO Item: AAI1407596.

Biological Science Curriculum Study (BSCS). (2001). *Profiles in Science: Biology A Human Approach.* The SCI center.

Bloom, B.J.; et al. (1979). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1 Cognitive Domain.* 2nd ed. London: Longman.

Centre for Education Research and Instruction (CERI). (1979). *School-Based Curriculum Development.* Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Chinnapat Bhumirat (2001). *Policy Research for Science Education Reform in Thailand.* Bangkok: Office of the National Education Commission.

Cessna, S.; & Cessna, G. (2001, March). "Tie-Dye Chemistry: A Multidisciplinary Activity for Reviewing General Chemistry Concepts," *The Science Teacher.* 68(3): 25-28.

Champion, T. D. (1993). *A Comparison of Learning Cycle and Expository Laboratory Instruction in Human Biochemistry.* Dissertation. Colorado: University of Northern Colorado. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. DAI – A 54/04 p.1308. (1993, October). DAO Item: AAI9323105.

Chen, H. S.; & Chung, J. (2000). "School Improvement in Taiwan: Problems and Possibilities: The Implementation of School-Based Curriculum Development," Paper Presented at Annual Conference, the International Congress for School Effectiveness and Improvement, Hong Kong.

Clark, J. V. (1996). *Redirecting Science Education: Reform for a Culturally Diverse Classroom.* Washington D.C.: Corwin Press.

Crawford, B. A. (2000, September). Embracing the Essence of Inquiry: New Poles for Science teachers," *Journal of Research in Science Teaching.* 37(9): 916-937.

DeFina, A. V. (2002, February). "Investigating Island Evolution: A Galapagos-based Lesson Using the 5E Instructional Model," *The Science Teacher.* 69(2): 28-33.

Downer, R.G.H.; & Rana, K. (1999). "Secondary Science Education in Thailand," In *Science and Environment Education Views from Developing Countries.* Ware, S. ed., 163-177.

Ebrahim, A. (2004). AAT 3129129. *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 Digital Dissertations DAI-A 65/04 p.1232. (2004, October). DAO Item: AAT3129129.

Eglen, J.R.; & Kempa, R.F. (1974, December). "Assessing Manipulative Skills in Practical Chemistry," *School Science Review*. 56(195): 261-273.

Enger, S. K.; & Yager, R. E. (2001). *Assessing Student Understanding in Science: A Standards-Based K-12 Handbook*. California: Corwin Press.

Germann, P.J.; Aram, R.; & Burke, G. (1996, January). "Identifying Patterns and Relationships Among the Responses of Seventh-Grade Students to the Science Process Skills of Designing Experiments," *Journal of Research in Science Teaching*. 33(1): 79-99.

Glatthorn, A. A. (2000). *The Principal as Curriculum Leader: Shaping What is Taught & Tested*. 2nd ed. California: Corwin Press.

Good, C. V.; & Merkel, W. R. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Goodlad. J.I. (1994). "Curriculum Development at School Level," in *The International Encyclophedia of Education*. 2nd ed. V.3 Husin, T.;& Postlethwaite, T. eds. New York: Pergamom. p.1267-1288.

Hackling, M.W. (1998). *Working Scientifically: Implementing and Assessing Open Investigation Work in Science*. Australia: Edith Cowan University.

Hallak, J.; & Poisson, M. (1999, 9 - 17 March). " Education and Globalization: Learning to Live Together," In *Globalization and Living Together: the Challenges for Educational Content in Asia*. New Delhi, India.

Haury, D. L. (1993). "Teaching Science Through Inquiry," *ERIC Digest*, (Online). Available: Http://thailis.uni.net.th/eric/detail.nsp. Retrieved April 20, 2003. ERIC ED465545.

Jaruwan Thamawat. (2000). *Isarn Indigeneous Knowledge*. Ubonrachathani: Sriritham Opset. (in Thai).

Kaniki, A. M.; & Mphahlele, K. M.E. (1999). "Indigenous Knowledge for the Benefit of all: can Knowledge Management Principles be used Effectively?," *Journal of African History*. 40(3): 498-522.

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.

Kiat Ampra.; & Chadjane Thaithae. (1999, 9 - 17 March 1999). "Curriculum Planning, Development and Reform," in *Globalization and living together: the challenges for educational content in Asia* New Delhi, India. pp.126-130.

Kirkwood, M. (2001, Fall). "The Contribution of Curriculum Development to Teachers' Professional Development: A Scottish Case Study," *Journal of Curriculum and Supervision*. 17(1): 5-28.

Klopfer, L.E. (1971) "Evaluating of Learning in Science," in *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Bloom, B.J.; & Maduaus, G.F. Edit. New York: McGrawHill. 559-641.

Layman, J. W.; Ochoa, G.; & Heikkinen, H. (1996). *Inquiry and Learning: Realizing Science Standards in the Classroom.* New York: College Entrance Examination Board.

Levitte, K. (2002, January). "The nose knows.. or does it? Using the Learning Cycle and Questioning in a Lesson About the Sense of Smell," *Electronic Journal of Science Education*. 6(4): (Online). Available: http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/levitt.pdf. Retrieved August 2, 2003.

Lewy, A. (1991). *National and School-Based Curriculum Development*. Paris: UNESCO, International Institute for Educational Planning.

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

Martin-Hansan, L. (2002, February). "Defining Inquiry: Exploring the Many Types of Inquiry in the Science Classroom," *The Science Teacher*. 69 (2): 34-37.

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: AAT9992868.

McNeil, J. D. (2003). *Curriculum: The Teacher's Initiative*. 3rd ed. University of California, LA., New Jersey: Merrill Prentice Hall.

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.

Ministry of Education (MOE). (2002). *Basic Education Curriculum B.E 2544 (A.D.2001).* Bangkok: The Express Transportation Organization of Thailand.

Miralao V. A.; & Gregorio, L. C. (2000). "Synthesis of Country Reports and General Trends and Needs," In *Training Seminar on Capacity-Building for Curriculum Specialists in East and South-East Asia Bangkok, Thailand,* 12 - 16 December 2000. (Online). Available: http://www.ibe.unesco.org/Regional/AsianNetwork/AsianNetworkPdf/bkrep3.pdf Retrieved: February 20, 2003.

National Research Council. (1999). *National Science Education Standards.* 7th ed. Washington, DC: National Academic Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning.* Washington, DC: National Academic Press.

National Research Foundation. *Inquiry Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom.* (Online). Available: http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/htm. Retrieved May 15, 2003.

Neagley, R. L.; & Evans, N. D. (1967). *Handbook for Effective Curriculum Development.* New Jersey: Prentice-Hall.

Nittaya Kongpan. (2003). *Development of Learning Process: Science Project for Grade 6 Students with Activity Package.* Research Report. Bangkok: Thailand. (in Thai).

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

O'Brien, T.; & Seager, D. (2000, November). 5E(z) Steps to teaching Earth-Moon Scaling: An Interdisciplinary Mathematics/Science/Technology Mini-Unit," *School Science and Mathematics.* 100(7): 390-395.

Ornstein, A. C.; & Hunkins, F. P. (1998). *Curriculum–Foundations, Principles, and Issues.* 3rd ed., Boston: Allyn and Bacon.

Paris, C. L. (1993). *Teacher Agency and Curriculum Making in Classrooms.* New York: Teachers College Press, 1993.

Pawadee Ketku. (1998). *The Teaching Effects of Using Instructional Science Package* on *Thai Wisdom Upon Mathayom Suksa II Students' Presentation Ability and Values on Thai Wisdom in Science.* Master thesis, M.Ed. (Secondary Education), Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. (in Thai). Photocopied.

Pillay, H. (2002). *Teacher Development for Quality Learning: the Thailand Education Reform Project.* (Online). Available: http://www.worldedreform.com/pub/fulltext4.pdf Retrieved: April 15, 2003.

Pisarn Soydhurum. (2001). *Science Education in Thailand.* Bangkok: The Institute for The Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Precharn Dechsri. (1994). *The Effectiveness of a Chemistry Laboratory Manual Design Incorporating Visual Information Processing Characteristics on Student Learning and Attitudes.* Dissertation. Colorado: University of Northern Colorado.

Preeda Youngsuksathaporn; & et al. *Leveraging Local Wisdom with Science and Technology: Thailand Experience.* (Online). Available: http://216.239.53.104/search?q=cache:Ga6lyltKnQUJ:131.178.238.30/leveraging.pdf+Youngsuksathaporn&hl=th&ie=UTF-8. Retrieved May 17, 2003.

Rillero, P. (1999, June). *Raphanus sativas*, Germination, and Inquiry: A Learning Cycle Approach for Novice Experimenters. *Electronic Journal of Science Education.* 6(4). (Online). Available: http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/rillero.html Retrieved September 2, 2003.

Ross, K.; Lakin, L.; & Callaghan, P. (2000). *Teaching Secondary Science: Constructing Meaning and Developing Understanding.* London: David Fulton.

Rung Kaewdang. (2001). *Indigenous Knowledge for a Learning Society.* (Online). Available: http://www.onec.go.th/move/news_43/indigenous/indigenous.htm. Retrieved April 30, 2003.

Scottish Schools Equipment Research Centre (SSERC). "An Investigative Approach to Science," (Online). Available:http://www.ise514.org.uk/Prim3/New_Guidelines/htm. Retrieved August 10, 2003.

Siriporn Manopichetwattana. (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.

Sor Wasna Pravalpruk. (1999). "Learning and Assessment in the Science Classroom In Thailand," *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice.* 6(1): 75-82.

Senneca, F. (1997). *Preservice Elementary teachers Conceptions of Science and Science Instruction During a Methods Course Using the Learning Cycle.* Dissertation. Philadelphia: Temple University. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. DAI-A 58/10, p.3895. (1998, April). DAO Item: AAT 9813545.

Srisamorn Pumsaard; & Monnipa Chutibut. (1996). *Research Report: Local Wisdom and Teaching and Learning at Primary and Secondary School Level.* Bangkok: The Department of Curriculum and Instruction Development, Ministry of Education. (in Thai).

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: Harcourt, Brace & World.

Tamir, P. (1983, October). "Inquiry and the Science Teacher," *Journal of Research in Science Teaching.* 67(5): 657-672.

Trowbridge, L. W.; & Bybee, R. W. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy.* 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Merrill an Imprint of Prentice Hall.

Varaporn Watjanapun; & et.al. (2001). *Local Community Intellectual Transfer and the Science Teaching and Learning in the Secondary School.* (Online). Available: http://www.rb.ac.th/org/research/rajabhat/ripk1/27302.htm. Retrieved August 15, 2004.

Verapong Seang-Xuto. (2000). *An Analysis of Local Wisdom and Technology as Related to Science in the Upper Northern Part of Thailand.* Dissertation. Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. (in Thai). Photocopied.

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

Walker, D. F. (2003). *Fundamentals of Curriculum Passion and Professionalism*. 2nd ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary Issues and Practical Approach.* London: Routledge, Taylor & Francis group.

White, B. Y.; & Fredericksen, K. R. (1998). "Inquiry, Modeling and Metacognition: Making Science Accessible to All Students," *Cognition and Instruction*. 16(1): 3-118.

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

Wilson, J. T. (1974, January-March). "Process of Scientific Inquiry: a Model for Teaching and Learning Science," *Journal of research in Science Teaching*. 58 (1): 127-133.

APPENDIX

APPENDIX 1

1.1: The Curriculum

1.2: The Curriculum Evaluation Forms

1.2.1: The Evaluation Form of the Correlation Among Components Curriculum Documents

1.2.2: The Evaluation form of A Guide Book for Teacher

1.2.3: The Evaluation form of Students' Guide

1.3: Pre- and Post-Tests

1.4: The Evaluation form of Science Process Skills

1.5: The Evaluation Form of Manipulative Skills

1.6: Questionnaire of Students' Attitude towards Learning Science

1.7: Questions for Students' Interviews

1.8: Questionnaire on Teacher's Opinions

1.9: Questions for Teacher's Interviews

1.1 The Curriculum

Principles

The curriculum, "*Chemicals in Everyday Life,*" is an elective science curriculum for lower secondary school students. The curriculum focuses on the inclusion of local wisdom, practice and resources relative to the use of chemicals in everyday life to learning activities. Using Chemicals are classified into five areas which include: 1) detergents; 2) food additives and preservation of food, 3) natural dye, 4) natural insecticide and pesticide, and 5) herbal medicine. These chemicals are studied by properties and usage of. Affects of using them are also studied by comparison between traditional local chemicals and modern chemicals.

Students should learn to develop their knowledge through scientific methods. The course aims to enhance students' understanding of science, the scientific processes, the scientific mind and the awareness of conserving local wisdom.

Course Description

Investigation of traditional local wisdom related to some chemicals in everyday life which includes detergents; food additives and preservation of food; natural dye; natural insecticide; and pesticide and herbal medicine. The investigation focuses on properties, and the use of these chemicals and comparison of the affects of using chemicals between traditional local practices and modern practice.

Students use scientific methods of: inquiry approach, investigation, exploration, discussion and conclusion to develop their knowledge and understanding regarding the use chemicals by local wise people. Students apply knowledge and skills to everyday life. Students aim to improve scientific minds and local wisdom with conservative values.

Prerequisite

Students should have a background in these topics: properties of matters, elements, compounds, solutions, acid-base, reactions of acid-base and substance separation techniques.

Intended Learning Outcomes

1. Explore, survey, verify and present findings in these topics:
   1.1 Determine topics which students will investigate
   1.2 Plan the investigation by survey and experiment. Follow the plans to get data
   1.3 Analyze, draw conclusions and explain data from the investigation to get information.
   1.4 Present the information or knowledge from the investigation to exchange knowledge and experiences with other students.
   1.5 Evaluate knowledge and conclusions that students get from their investigation and exchange experiences to apply this knowledge to new situations.
2. Formulate hypotheses, identify and control variables
3. Conduct experiments to verify some chemical properties such as solubility, acidity and alkalinity of natural substances related to detergents; food additives and preservation of food; natural dye; natural insecticide and pesticide and herbal medicine
4. Plan, survey and present the results regarding local wisdom as topics of student interest which related to detergents; food additives and preservation of food; natural dye; natural insecticide and pesticide, and herbal medicine
5. Design and conduct experiments, analyze and draw conclusions from data, and present the findings as related to the topics of students' interest
6. Compare advantages and disadvantages or limitations of using chemicals as local wise men/ women do at present

Learning Activities

This course, "*Chemicals for Everyday Life,*" is an elective science for students at Key-state 3 (Mathayom Soksa 1 – 3). The investigation focuses on the explanation and use natural chemicals in accordance with local wisdom by scientific knowledge. Learning activities are set in learning cycle format as *One Course One Cycle*. There are five phases in the cycle: engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation (see Figure 1.1). Learning activities lead students to investigate the topics of their interest by interviewing local wise people, exploring local resources as well as doing experiments in science class. Students work as a team to carry out their findings.

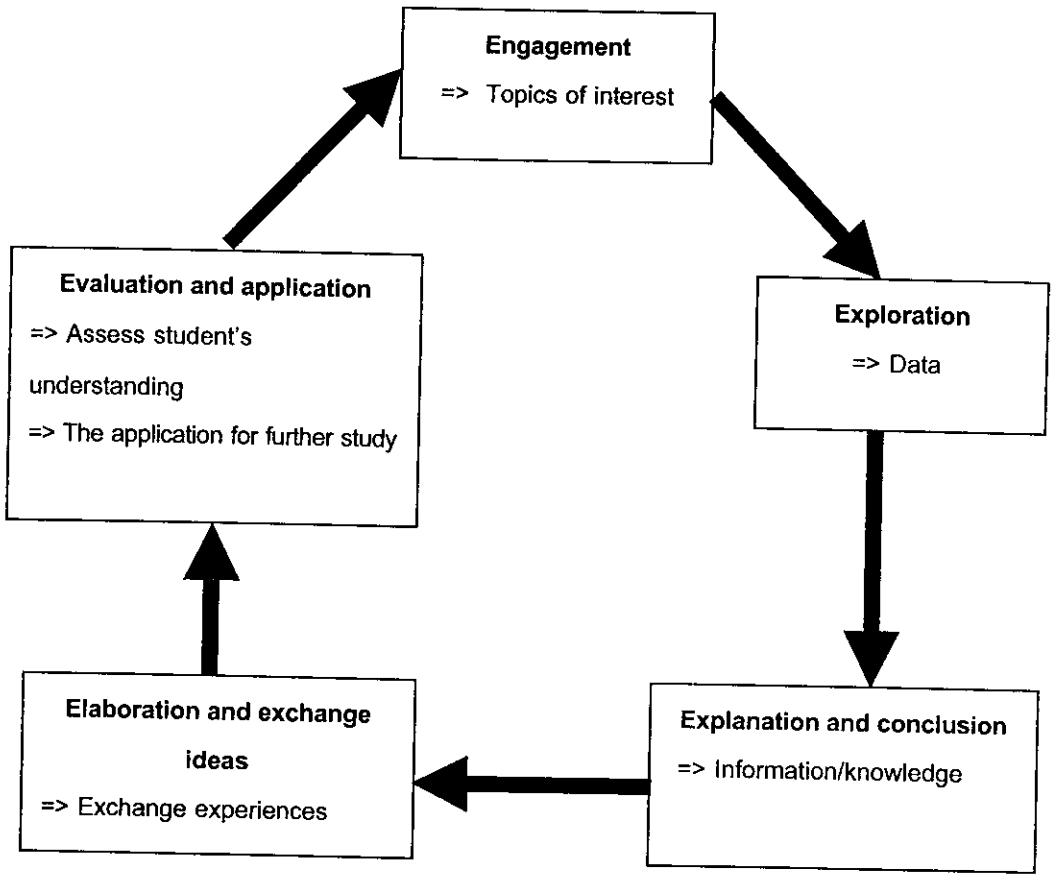


Figure 5 Phases and Main Outcomes of the Learning Cycle

Learning Activity Plans

Learning activity plans for the curriculum, "*Chemicals in Everyday Life,*" with the insertion of local wisdom are focused on the students' investigation through the learning cycle as *One Course One Cycle.* The activity plans are divided into five major phases, engagement, exploration, explanation & conclusion; elaboration & exchange of ideas; and evaluation & application. Approximate time, intended learning results, main information, procedures and activities of the teachers and students for each phase are shown in the following table.

Phase I Engagement	**4 hours**
Intended Learning outcomes	- Each group of students gets a topic to Investigate
Main ideas	- Students can choose topics of interest which relate to detergents; food additives and preservation of food; natural dye; natural insecticide and pesticide and herbal medicine.
Procedures	1. Students work in a group to plan which topics they want to learn about when they talk with local people. 2. Students will go to a village to survey, study and talk with local people. 3. Each group discusses the use of chemicals by local people. 4. Students in each group study from books, journals, the internet and other documents about the topics that interest them in order to decide which topics they will investigate. 5. Students in each group decide and present the topic that they will investigate.
The Teacher's Roles	**The Students' Roles**
Teacher should do the following: 1. Make a list of local resources and local people's names which are suitable for students to go to visit and ask, such as; in the near by village school, herbal park, women groups, etc.	Students should do the following: 1. Brainstorm to chose a topic to Investigate. 2. Interview local wise men and women. 3. Record answers and other information related to the topic of interest and discuss the answers (as a group).

2. Make appointments with local people who have experience to answer students' questions regarding the use of natural chemicals for cleaning, preserving food, natural food additives, natural dye, insecticide or herbicide, and natural medicine. 4. Provide materials such as: documents, journals and books for students to search for information. 5. Check possible topics which each group plans to investigate.	4. Summarize the interview results and present the knowledge that they have gained out of class. 5. Read books or other documents which the teacher provides in order to make a decision which topic the group will investigate. 6. Ask the teacher for clarification. 7. Search for information from local resources or documents regarding the topic of their investigation. 8. Summarize the topics and the scope of the study to be investigated.
Evaluation 1. Observe student behavior out of class such as: asking, recording, discussing, etc. 2. Check when students present their findings. 3. Check class observation forms. 4. Check students' opinions which they have written.	
Phase II Exploration	**18 hours**
Intended Learning Outcomes	1. Students should get basic skills to formulate hypotheses, set variables, design experiments, record the results of experiments, manipulate on data and draw conclusions from the results of experiments to find relationships. 2. Students can plan their investigation and follow the plan in order to get data related to their topic.
Main ideas	1. Formulate hypotheses, set variables, design experiments, record and operate data, and draw conclusions from the relationships of the data. 2. Plan the investigation.

Main ideas (continued)	3. Survey to get basic knowledge regarding their topics. 4. Conduct experiments and collect data.
Procedures	1. Students complete assigned activities and experiments to get scientific process skills and skills for designing a science project. 2. Students study from provided documents or other resources, then interview local people regarding their investigative topics to plan the survey and experiments by setting a clear set of objectives 3. Write the objectives and procedures of the survey and experiments in detail. 4. Students perform provided activities and experiments to get scientific process skills and skill at designing a science project experiment. 5. Study from provided documents or other resources and interview local people regarding students' investigative topics to plan the survey and experiments. 6. Students write objectives and procedures of the survey and experiments. 7. Students survey the topic they plan to study and collect data. 8. Students prepare materials to conduct their experiments. 9. Students conduct experiments and collect data.

The Teacher's Roles	The Students' Roles
Teacher should do the following: 1. Provide necessary activities and experiments for students to increase their understanding and ability to define experimental variables, formulate hypotheses, record and manipulate data, and draw conclusions. 2. Observe (and record the results) of students behavior. 3. List the names of learning resources and advise students 4. Check and advise students regarding to their investigation plans and their practicality. 5. List the names of equipment and material which each group needs to use in their experiments and help students to prepare this equipment/materials. 6. Advise students if they encounter a problem while doing their survey or experiments. 7. Observe students while doing experiments. 8. Caution students about safely conducting experiments and using chemicals. 9. Observe and record students' behavior.	Students should do the following: 1. Conduct activities and experiments to obtain the basic background before planning their investigation. 2. Conduct experiments, record data and answer questions as planned for each group. 3. Listen to advice and recommendations from the teacher. 4. Study from documents and search for other data /information from local people to plan to study for the whole course. 5. Ask the teacher when they don't understand the steps and procedure clearly. 6. Discuss in a group in order to design the investigation procedure (survey and experiments) objectives of the study including time limits for study of each activity. 7. Present the procedures of the survey and experiments in front of the class. 8. Each group rewrites the detail of the procedures and submits them to the teacher. 9. Get back the plans and prepare materials for the surveys and experiments. 10. Prepare the forms to record data for the survey and experiments. 11. Carry out surveys and experiments as planned. 12. Record the results of the survey and data from the experiments.

<table>
<tr><td colspan="2">Evaluation
1. Check survey and experiment plans.
2. Check survey and experiment reports.
3. Evaluate students' oral presentations.
4. Observe and evaluate the students' manipulative skills.
5. Check the class observation forms in the exploration phase.
6. Check the students' written opinions on doing activities in the exploration phase.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Phase III Explanation and conclusion 4 hours</td></tr>
<tr><td>Intended Objective</td><td>-Students can analyze data, explain and draw conclusions from the results of their survey/ experiment in order to get information related to the topic.</td></tr>
<tr><td>Main Ideas</td><td>-Students manipulate data from the previous phase to analyze, calculate, classify and summarize the relationship between data in order to draw conclusions from their investigation.</td></tr>
<tr><td>Procedures</td><td>-Classify and analyze data from the survey and experiment to get information or knowledge.
-Discuss in a group to relate all data from the investigation to draw conclusions.
-Study from additional documents to get more information for the explanation of the results.
- Draw conclusions from the survey and experiments to get all information related to the topics of the investigation.</td></tr>
<tr><td>The Teacher's Roles</td><td>The Students' Roles</td></tr>
<tr><td>Teacher should do the following:
1. Help and advise students to manipulate data from the survey and experiments by asking questions that lead them to get information or knowledge.</td><td>Students should do the following:
1. Manipulate data by various ways such as calculating or graphing, to fine the relationship between data to draw conclusions.</td></tr>
</table>

The Teacher's Roles (continued)	**The Students' Roles** (continued)
2. Provide learning resources related to each topic that the students investigate for additional study. 3. Ask leading questions so that student get information or knowledge from the survey and experiments' data to draw conclusions about the relationships of the data in order to understand clearly.	2. Study form documents to get more information to discuss the results of the survey/experiments. 3. Discuss in a group and draw conclusions from their investigation and submit reports. 4. In a group, complete the survey and experiment reports. 5. Include the investigation in their topics to present in the next phase. 6. Write reports and make a poster to present their findings to the class.
Evaluation 1. Observe classroom participations. 2. check reports 3. check the classroom observation form 4. check the conclusions drawn from the learning activity which students write each time (what do they learn and what needs to be improved?) 5. check what students write regarding what they have learned	
Phase IV Elaboration and exchange experiences	**8 hours**
Intended objective	1. Students can present their information and knowledge which they got from their investigation to exchange information/knowledge and experiences with other groups of students. 2. Students have learned the topics that they have not studied themselves from their friends who have studied.

Main ideas	1. Students present information and knowledge they got from their investigation to the class in order to exchange their information/ knowledge and experiences. 2. Teacher checks whether each group of students gain correct or adequate information or knowledge.
Procedures	1. Each group of students presents the procedures and results of their investigation to the class to exchange knowledge and experiences with other groups. 2. Teacher checks the knowledge that each group missed or misunderstood in order to correct and cover necessary contents
The Teachers' Roles	**The Students' Roles**
Teacher should do the following roles: 1. Check students who do not have to make a presentation whether they are interested in the other students of each group presentations. 2. Score the presentation results. 3. Check missing knowledge or miss understood concepts from each group presentation. 4. Give additional knowledge to the class. 5. Correct students' knowledge. 6. Guide the related learning resources for additional study.	Students should do the following roles: 1. Present their investigative results to the class. 2. Discuss the topics which each group has presented. 3. Answer questions from their friends and the teacher. 4. Evaluate and score other groups presentations. 5. Summarize knowledge they gained from other groups.

<table>
<tr><td colspan="2">Evaluation
1. Check the oral presentation evaluation form
2. Check the classroom observation forms
3. Observe from classroom participation
4. Check what students write about and what they get from doing the activity in this phase</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Phase V: Evaluation and Application 4 hours</td></tr>
<tr><td>Intended objective</td><td>1. Students can draw conclusion and evaluate knowledge they gained from the investigation and exchange of experiences and apply this knowledge to other situations.
2. students can apply this knowledge to other investigations.</td></tr>
<tr><td>Main ideas</td><td>1. Students draw conclusions from the investigation and the knowledge they gained.
2. Students apply their knowledge to design new experiments.</td></tr>
<tr><td>Procedure</td><td>1. Students discuss to determine what knowledge and procedures were missing or not complete or which topics should be studied
2. Students evaluate themselves: what they have learned</td></tr>
<tr><td>The Teachers' Roles</td><td>The Students' Roles</td></tr>
<tr><td>Teacher should do the following:
1. Suggest the students find the missing or incorrect things in their investigation.
2. Evaluate students' understanding and the application of knowledge to answer other questions.</td><td>Students should do the following:
1. Evaluate themselves: what they learned from participating in every phase of the course.
2. Discuss in a group to suggest the topic that can be studied.
3. Design new experiments.</td></tr>
</table>

Evaluation

1. Check the students self assessment form
2. Check students' suggestions
3. Check the experiment design reports
4. Check the classroom observation forms
5. Check what students have written in regard to their opinion after participating in this phase

Plans for learning activity for such purposes and preparation for teachers

Hour	Learning Phase	Activities	Goals	Preparation of the Teacher
1-4	Engagement	-Teacher introduces the course regarding scope contents, learning strategy and scoring criteria -Teacher takes students to the village to visit and ask the local people -Students interview local wise men and women	-Get topic to investigate	- Makes an appointment with local wise men and women and tells them about what kinds of questions students will ask - Prepares transportation - Prepares documents - Prepares classroom observation form
5-22	Exploration	- Students follow the preparation activities which will lead the students to formulate hypotheses, set variables, design experiment records, manipulate data and draw conclusions -Students study related documents of topics that they plan to investigate -Students plan the activities to investigate, survey and experiment, then submit this to the teacher -The teacher checks the feasibility of the investigation and make comments.	-Formulate hypotheses, set variables, design experiments, record data, manipulate data and draw conclusions -Write drafts of investigative plans -Present the investigative plans	- Prepares activities and documents - Prepares experimental materials - Prepares related documents from the text journal research report - Checks the investigative plan of each group - Prepares a form for investigative check lists

Hour	Learning Phase	Activities	Goals	Preparation of the Teacher
5-22	Exploration (continued)	-Each group revises the investigation plans and follows the plan -Follows the plans by conducting surveys and experiments -Collects and records data -Studies other knowledge or information from related documents in order to discuss investigative results	-Each investigative group follows the survey and experiment plans	- Checks each group's investigative plan and helps students to prepare experimental materials before class - Prepare Form for students' manipulative skills check list
23-26	Explanation	-Manipulate data such as calculate, graph, frequency, diagram to find the relationship of data in order to draw conclusions from the investigation -Each group completes the investigative report. - Prepares to present the investigative findings.	-Analyze, draw conclusions, and explain results from the survey and experimental data.	-Prepares related documents as learning resources for students to study. - Prepares a form of the investigative presentation. -Checks investigative report and asks questions to engage students in finding weak points of the study in order to plan for further experiments. -Checks investigative reports and advises students or give additional knowledge. -Checks report details of each investigative group before presentation.

Hour	Learning Phase	Activities	Goals	Preparation of the Teacher
27-32	Elaboration	-Each group presents their investigative topics for other students to discuss and ask questions. -The teacher gives additional knowledge regarding each topic (presentation time for each group depends on number of groups in each class, approximate time for each group's presentation is 10-20 minutes	-Present the finding of their investigation and other information in order to transfer and exchange experiences with other students.	-Checks reports in order to summarize other knowledge, experimental techniques and information which each group missed to the class. -Prepares classroom observation form.
33-36	Evaluation and application	-Students summarize what they had known or understand from participating in activities -Students in a group discuss about their investigation to suggest possible further study -Each student designs an experiment and submits the teacher	-Evaluate what knowledge has been gained from this course -Evaluate the applications of students' investigation for further study	- Prepares the evaluation forms -Summarizes the steps of the scientific method - Prepares suggestions for further study in each topic that students have investigated - Prepares classroom observation form.

Curriculum Evaluation

In order to evaluate the curriculum, we can determine from participating teachers and students.

1. Participating teachers: Results of structure interviews and questionnaire regarding the curriculum
2. Students' learning outcomes: Students' learning outcomes and instruments used are shown as follow

Outcomes	**Instruments**
-Achievement	Pre- and post-test
-Students' performance	
1) designing investigative plan	Check list form
2) investigative report	Check list form
3) presentation	Check list form
4) manipulative skills	Check list form
5) science process skills	Check list form
- Opinion regarding the course	**Interview questions**
- Attitude towards learning science	**Questionnaire**

1.2 The Curriculum Evaluation Forms

1.2.1 The Evaluation Form of the Correlation among Components Curriculum Documents

This evaluation form is a form for experts to evaluate the relationship among all components of documents for the curriculum, "*Chemicals in Everyday Life*". These components consist of principle, course description, intended learning outcomes, teaching approach, learning activity plans, and evaluation plans. This curriculum is a school-based curriculum, which inserts local wisdom in learning activities and emphasizes on students' investigation. Learning cycle, one course one cycle, is used to plan for learning activities.

For validating the evaluation from described above, the following guided questions will be used.

1. How do the items fit with the sections?
2. How well does each component relate to other components?

Please use these criteria for validating this survey:

3 = acceptable, should be used in present form.

2 = acceptable, but could be better with suggested changes.

1 = should not be used in this form, might be acceptable with major change.

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
1. Principles				
- correlate with the Thai National Education Act of 2001 which using local wisdom in learning activities				
- correlate with the Thai National Education Act of 2001 which focus on children's' center				
- clearly possible to use				
2. Course Description				
- correlate with the principle of the course				
- correlate to Thai National Science Education Standard: substance 3: *Matter and Its' Properties*				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
3. Intended Learning Outcomes				
- correlate with the course description				
- clearly possible to practice				
4. Learning Activities				
- correlate to children's center instruction				
- correlate to intended learning outcomes				
- can be used to plan activities in classroom				
- interesting activities				
5. Learning Activity Plans				
- correlate to teaching approach: Inquiry learning cycle, *One Course One Cycle*				
- correlate to intended learning outcomes				
- correlate to inquiry learning				
6. Activities Evaluation Forms				
- in engagement phase				
- in exploration phase				
- in explanation phase				
- in elaboration phase				
- in evaluation and application phase				
7. Evaluation of Implementing the Curriculum				
- can evaluate implementation of the curriculum				

Other comments

.....

.....

1.2.2 The Evaluation Form of a Guide Book for Teacher

This evaluation form is a form for experts to evaluate a Guide Book for Teacher for the curriculum—*Chemicals in Everyday Life.* This guide is used to help teachers to understand about the curriculum, how activities will used, how to assess students in each phase of learning, what should students do in each phase of learning. The Guide Book also includes science contents: detergents; food additives and preservation of food; dyes; insecticides and pesticides and herbal medicine. The book provides example of local practices and explanations in science, which the researcher interviewed from local wise people in the school area. The evaluation form is divided into two parts; overall details of documents and detail in each learning unit.

For validating the evaluation from described above, the following guided questions will be used.

1. How do the items fit with the sections?
2. How well does each component relate to other components?

Please use these criteria for validating this survey:

3 = acceptable, should be used in present form.

2 = acceptable, but could be better with suggested changes.

1 = should not be used in this form, might be acceptable with major change.

Part A: Overall Details of Documents

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
Overall of the documents				
1. correlate with the course description				
2. possibility to practice in practical guide, principle, course description, intended learning outcomes, learning activities				
3. consequent details of each topic				

Part B: Details in Each Learning Unit

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
Unit 1 Detergents				
1. Body cleaners				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
2. Fabric cleaners				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
3. Hair cleaners				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
4. Utensil cleaners				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
5. correlation between overall of contents and course description				
6. sequence of contents				
7. difficulties				
8. guide for investigation				
9. adequacy of learning resources				
Unit 2 Food Additives and Conservation of Food				
1. Food color				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
2. Food odor				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
3. Food flavor				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
4. Conservation of Food				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
5. correlation between overall of contents and course description				
6. consequence of contents				
7. difficulties				
8. guide for investigation				
9. adequacy of learning resources				
Unit 3 Natural dye				
1. Basic information of dyes				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
2. Traditional dyeing of Isarn people				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
3. Reed Mat Dyeing				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
4. Fishnet Dyeing				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
5. correlation between overall of contents and course description				
6. consequence of contents				
7. difficulties				
8. guide for investigation				
9. adequacy of learning resources				
Unit 4 Natural Insecticide and Herbicide				
1. general information of insecticide and herbicide				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
2. Natural insecticide and herbicide				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
5. correlation between overall of contents and course description				
6. consequence of contents				
7. difficulties				
8. guide for investigation				
9. adequacy of learning resources				
Unit 5 Herbal Medicine				
1. General information of herbal medicine				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				
2. Local wisdom regarding herbal medicine				
1) correction of science contents				
2) adequacy of contents				
3) suitability of information to guide and instruct secondary school students				
4) giving general examples				
5) giving examples of local wisdom				

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
3. correlation between overall of contents and course description				
4. consequence of contents				
5. difficulties				
6. guide for investigation				
7. adequacy of learning resources				

Suggestions

.....

.....

.....

.....

.....

1.2.3 The Evaluation Form of Students' Guide

This evaluation form is a form for experts to evaluate Student Guide for the curriculum—"*Chemicals in Everyday Life*". This guide is used to help students understand about the curriculum, how activities are used and what should students do in each phase of learning.

For validating the evaluation from described above, the following guided questions will be used.

1. How do the items fit with the sections?
2. How well does each component relate to other components?

Please use these criteria for validating this survey:

3 = acceptable, should be used in present form.

2 = acceptable, but could be better with suggested changes.

1 = should not be used in this form, might be acceptable with major change.

Item	Score			Recommendation
	3	2	1	
- adequacy of overall details				
- adequacy of learning activities				
- understandable				
- possibility to practice in these following phases:				
- engagement phase				
- exploration phase				
- explanation phase				
- elaboration phase				
- evaluation and application phase				
- correlation among practical processes, aims and outcomes in these following phases:				
- engagement phase				
- exploration phase				
- explanation phase				
- elaboration phase				
- evaluation and application phase				

Suggestions.....

1.3 Sample of Pre and Post-Tests

Please choose the most correct answer for each item. Mark your answers on the answer sheet.

Skill I: Knowledge and comprehension

❖ Which component from trees is used in food odor enhancing?

a. vitamins

b. fiber

c. minerals

d. volatile oil

Skill II: Application of scientific knowledge

❖ In dying with natural colors, the dyer add mordants to get bright colors. Local people put leaves in the extraction process such as tamarind. Instead of using natural leaves, which chemical can be used?

a. salt

b. alum

c. vinegar

d. copper sulfate

Skill III: Process of scientific inquiry.

❖ To prove which type of solvent is the best medicinal extraction from an herb. Which item should not be controlled in designing the experiment?

a. type of herb

b. quantity of herb

c. type of solvent

b. quantity of solvent

1.4 The Evaluation Form of Science Process Skills

This evaluation form of science process skills is a form to assess students' science process skills as a result of learning through the course—*Chemicals in Everyday Life*. The researcher and a participating teacher will determine science process skills from considering survey and experiment reports of each group. The score will be determined based on the Rubrics Criteria as shown in the form.

Definitions

1. Formulating hypotheses means students abilities in making educated guesses based on evidence that can be tested through experimentation.

2. Identifying and controlling variables means students abilities in manipulating one factor to investigate the outcome of an event while other factors are held constant.

3. Experimenting means students abilities in designing their experiment to test a hypothesis using procedures to obtain reliable data

4. Observing means students abilities in using the 5 senses (see, hear, touch, smell, taste) to find out about objects and events, their characteristics, properties, differences, similarities, and changes. Recording of findings will be considered in two types: quantitative data and qualitative data.

5. Organizing and Interpreting data means students abilities in organizing, analyzing, and synthesizing data using tables, graphs, and diagrams to locate patterns that lead to the construction of inferences, predictions, or hypotheses.

6. Inferring and Drawing conclusions means students abilities in drawing a conclusion about a specific event based on observations and data; may include cause and effect relationships.

7. Classifying and grouping means students abilities in classifying, grouping or ordering objects/ events or data according by similarities or differences in properties.

The Evaluation Form of Science Process Skills

Group 1..... 2.....

3..... 4..... 5.....

Performance	Group				
	1	2	3	4	5
1. Formulating hypotheses: Predict the results of survey or experiment					
2. Identifying and controlling variable: Identify the cause and effect that will occur and variables should be controlled					
3. Experimenting: Design experiment and carry out the results by following its' procedures					
4. Observing: Observe and record the results from experimental observations with 4.1 in quantitative data					
4.2 describe in qualitative data					
5. Organizing and interpreting data: 5.1 Operate data from the survey and experiments with some techniques such as frequenting and finding out percentage, ordering, classifying.					
5.2 Present data into other forms such as graph, diagram, equation etc.					
6. Classifying and grouping: Classify and group data from the survey or experiments					
7. Inferring and drawing conclusions: 7.1 inferring data by interpreting or describing					
7.2 inferring data by explain and conclude the relationship of data					

SCORING SCHEME FOR SCIENCE PROCESS SKILLS

	Scores Scheme
1	**Formulating hypotheses:** 3 = The report shows hypothesis which can relate both dependent and independent variables to investigative topic. 2 = The report shows hypothesis which can relate at least one variable to investigative topic. 1 = The report do not show hypothesis or hypothesis had no relate to investigative topic
2	**Identifying and controlling variables:** 3 = The report shows identification of dependent and independent variables and control variable correctly and relate to the investigative topic 2 = the report shows identification at least two variables relate to the investigative topic 1 = The report do not show any identification or the identification is not relate to the investigative topic
3	**Experimenting** 3 = Students conduct experiment by following all steps to obtain reliable data 2 = Students conduct experiment by following some steps and trend to obtain reliable data 1 = Students do not conduct experiment by following the procedures as planned
4	**Observing** 4.1 Quantitative observation 3 = the report shows the results from the experiments by estimate quantitative data with correctly value and units 2 = the report shows the results from the experiments by estimate in quantitative data with partially correct value and units 1 = the report do not record the experimental data 4.2 Qualitative observation 3 = the report describes the results from the experiments correctly and cover objectives which could be draw conclusion

	Scores Scheme
	2 = the report describes the results shortly, trends can be concluded
	1 = the report do not record the experimental data
5	**Organizing and interpreting data**
	5.1 Operate data
	3 = The report correctly shows the organizing, analyzing, and synthesizing data such as frequenting and finding out percentage, ordering, classifying
	2 = The report shows some results of organizing, analyzing, and synthesizing data frequenting and finding out percentage, ordering, classifying of data
	1 = the report did not show any organizing analyzing and synthesizing data
	5.2 Present data
	3 = the report shows using tables, graphs, and diagrams to locate patterns correctly and easy to understand
	2 = the report shows using tables, graphs, and diagrams to locate patterns in some part that lead to understand the results of data
	1 = the report do not show using tables, graphs, and diagrams to locate patterns
6	**Infering and drawing conclusion**
	6.1 Inferring data
	3 = The report shows that all data are inference to explain an observation.
	2 = The report shows that some data are inference to explain an observation
	1 = the report do not show any inference of data
	6.2 Drawing conclusions
	3 = the report correctly shows a conclusion about a specific event based on observations and data include relationships between variables.
	2 = the report show a conclusion in some part about a specific event based on observations and data include relationships between variables.
	1 = the report do not show or show the wrong relationships among data
7	**Classifying and grouping**
	3 = the report shows the classifying, grouping or ordering data with specific criteria.
	2 = the report shows the classifying, grouping or ordering data without showing the specific criteria
	1 = no part of the report show the classifying data

1.5 The Evaluation Form of Manipulative Skills

This evaluation form of manipulative skills is a form to assess students' manipulative skills while they are conducting their experiments. The researcher will observe students when each group does their experiments and rates each student based on the Rubrics Criteria as shown in score scheme for observing the skills.

CHECKLIST FOR OBSERVATION PRACTICAL WORK ON MANIPULATIVE ABILITIES

Students Name 1.....2..... 3.....4.....5.....

Performance		Code	Student				
			1	2	3	4	5
1	The student prepares all materials for working as planned.	MW					
2	The student prepares enough cleaning space for working.	MW					
3	The student chooses and groups equipment and chemicals required before starting the experiment.	MW					
4	The student handles glassware carefully to prevent breakage.	MW					
5	The student uses apparatus carefully to prevent breakage.	ET					
6	The student handles chemicals in such a way as to prevent contamination.	ET					
7	The equipment is correctly chosen for the experiment.	ET					
8	The student uses the correct chemicals for the experiment	ET					
9	The student follows instruction with ease.	MD					
10	The student proceeds from one step to next without hesitation	MD					
11	The student finishes the experiment in the time recommended.	MD					
12	Apparatus no longer in use is removed immediately from the working area.	ON					
13	The student puts chemicals away tidily after the task has been finished	ON					
14	The student washes the glassware and puts the apparatus away tidily after the task has been finished.	ON					
15	The working area is cleaned after the work has been finished.	ON					

SCORING SCHEME FOR OBSERVING MANIPULATIVE SKILLS

Component	Score		
	3	2	1
Methodical working (MW)	Systematic plan for carrying out experiment before starting on it, close attention paid to sequence of instruction	Plan is acceptable only a few mistakes in sequence of task	Unplanned, incorrect sequence, cannot follow instructions easily
Experimental techniques (ET)	Correct choosing appropriate equipment for task to be completed, careful and correct handling of chemicals and equipment, correct procedure	Mostly correct choosing equipment, but sometime still incorrect handling, but take less care in using apparatus, safety of chemicals or make mistakes in the procedures	Incorrect choosing equipment for task to be completed, careless handling of apparatus and chemical, incorrect procedures
Manual dexterity (MD)	Smooth working and confidence in execution of task, finish experiment before allotted time	Lack of confidence and slow execution, finish experiment but no time to recheck experiment or try something else	Confused execution, quite unsure of what has to be done, very slow task performance thus finishing task beyond allotted time
Orderliness (ON)	Neat working space, keeps during the task, cleans up bench after work, puts material and equipment away immediately after use	Take less care about tidiness of space, equipment and material are put away but not in very appropriate order	Working space is messy during the task, leave material and equipment after use, does not clean up bench

1.6 Questionnaire on Students' Attitudes towards Learning Science

This questionnaire is an evaluation of attitudes towards learning science by students who completely participated in the curriculum—*Chemicals in Everyday Life.* Please give complete and honest reactions to the following statements in a column of opinions. There are five choices.

5 = very high

4 = high

3 = moderate

2 = low

1 = very low

Please fill √ in the blank after each item that indicates the extent to which you agree or disagree with each statement.

Item		Level of opinion				
		5	4	3	2	1
Subscale 1: Learning Activities in each step, as a result of attending the curriculum--*Chemical in Everyday Life* You feel that:						
1	Likes to learn topics that interest you					
2	Likes to do your own investigation					
3	Likes activities regarding interviewing local people					
4	Learning by investigative approach is challenging					
5	Teacher's advice for planning your own investigation is valuable					
6	Your understanding of science was increased after interviewing local wise men / women					
7	Likes to plan your own survey					
8	Likes the investigative activities					

Items		Level of opinion				
		5	4	3	2	1
9	Likes to plan your own experiment					
10	Enjoy to do experiment					
11	Likes to look for knowledge or information from documents					
12	Likes when the teacher advise for making conclusion					
13	Likes to exchange your knowledge or experience with your friends					
13	Likes if teacher keeps you additional information or knowledge after your presentations					
14	Likes to learn form your friends					
15	Likes to present your finding					
16	Likes to make self assessment					
Subscale 2: overall of learning activities, you fell that						
17	Likes to learn by yourself					
18	Enjoys learning					
19	Enjoys helping each other in your group					
20	Enhance your creativity					
21	Learned from real life					
22	These learning activities are interesting					
23	Desires to learn as these learning activities for along time					
24	Likes to joy in every activities					

Suggestion.

.....

.....

.....

1.7 Questions for Students' Interviews

1. What are your opinions regarding running science activities based on local wisdom?
2. Do you learn Science contents better than normal when learning science based on local wisdom?
3. What are your opinions regarding learning activities which illustrate students to plan learning topics or investigation by their own? Why?
4. What do you learn from this course compare to traditional instruction of science subject?
5. Which teaching strategies do you think teacher should instruct? Why?
6. Do you like to study plan the investigation by your own? Why?
7. Which rules do you think teacher should change or improve to help students learn in this course?
8. Do you have any suggestions? Describe them.

1.8 Questionnaire on Teachers' Opinions towards the Curriculum

As a result of participating in this research, please give complete and give your honest reaction to the following statements. Each statement below has five choices.

5 = very high

4 = high

3 = moderate

2 = low

1 = very low

Please fill √ in the blank after each item that indicates the extent to which you agree or disagree with each statement based on your opinion after participating in teaching the curriculum-- *Chemicals in Everyday Life*.

Item		Level of opinion				
		5	4	3	2	1
Subscale I: Opinions towards the curriculum						
1	Local wisdom can be used to teach science subject					
2	Information regarding the use of chemicals in everyday life from local wise men/ women is useful in science instruction					
3	The students chose contents for this course from local wisdom is appropriate					
4	Setting learning activities based on local wisdom is appropriate					
5	Course principles which are established based on the students investigative approach is valuable					
6	Schools should offer this course as an elective science course for secondary school students					
7	Students' investigations are valuable					

Items		Level of opinion				
		5	4	3	2	1
Subscale 2: processes of learning activities						
8	Learning activities focused on students investigative approach is useful to develop students' abilities in learning science					
9	Teaching approach through learning cycle as *One Course One Cycle* is appropriate					
10	I can set learning activities base on the learning cycle by myself					
11	Interviewing local wise men / women by the student is necessary in engagement phase					
12	Planning their own investigations can help students to learn processes of constructing knowledge					
13	Students can plan their own investigation in topics of their interest					
14	To design their own surveys, students need advice from the teacher					
15	To plan their own investigations, students had learned how to find knowledge					
16	To design their own experiments, students need advice from teacher					
17	Students learn scientific processes by doing experiment					
18	Students need advice from the teacher while doing experiment					
19	Students can do experiments by themselves					
20	Allowing students explain results of experiment is useful for them					
21	Students need advice from teacher to explain their experimental results					
22	Students can find their own explanation					

Item		Level of opinion				
		5	4	3	2	1
23	Allowing students to draw their own conclusion is valuable					
24	Teachers need to advise students for making conclusion					
25	Students can conclude the experiment by themselves					
26	Allowing students to present their finding in the investigation is valuable					
27	It is useful for students to conclude their attained knowledge from other groups presentation					
28	Instructional processes are interesting					
29	Other science subjects should plan instructional processes as this course do					
Subscale 3: evaluation learning activities						
30	Allowing students evaluate their behaviors is appropriate					
31	Allowing students evaluate their friends' presentations is appropriate					
32	Students observation forms in all phases of learning cycle are helpful for grading students					
33	Students evaluation forms in all phases of learning cycle are helpful for grading student learning					
34	I can fairly grade each student					

Suggestion

.....

.....

.....

1. 9 Questions for Teacher Interviews

1. Describe your opinion regarding teaching science through inquiry cycle.

2. Describe problems you are faced when planning learning activities, how to solve?

3. Describe problems you are faced in maintaining learning activities, how to solve?

4. Describe problems you are faced while evaluate student learning outcomes, how to solve?

5. How much of your satisfaction with this course?

6. How much of your satisfaction with teaching approach through *One Course One Cycle*?

7. How much of your satisfaction with learning activities based on investigative approach?

8. How much of your satisfaction with learning activities based on local wisdom?

9. Which activities you decide to apply if you teach this course or contents related this course? 9. Which activities are needed to revise for better application?

10. How much of students' satisfaction?

11. How much of your confidence to instruct through the inquiry cycle approach?

1	2	3	4	5
none	little	moderate	high	very high

Why?

APPENDIX 2

2.1 Matching Local Wisdom to Science Classroom

2.2 The 3rd and 8th of Thai National Education Standard (Science)

2.1 Matching Local Wisdom to Science Class

This section will describe how to gather information about local wisdom and resources, and how to match to science classroom teaching.

In the curriculum planning phase of the development of "the secondary school elective science course, "Chemicals in Everyday Life", The researcher conducted a meeting on August 12, 2002 with eleven secondary school science teachers in Maha Sarakham province. We considered possible topics related to chemicals in everyday life that can apply local knowledge and resources to teach science, by using inquiry-based approaches. The aim of this course is to use science concepts or principles to explain what local people do in particular situations. As a result of the discussion, possible topics are 1) detergents 2) food additives and preservation of food 3) natural dye 4) natural insecticide and pesticide and 5) herbal medicine.

The first concern in selecting topics is chemicals that people use in everyday life such as detergents and food additives. It is vital for students to understand the benefits and the potential danger of this category of chemicals. Another significant source of information used in evaluating potential topics for this course are products from the "One Tambon One Product (OTOP)" project." A tambon is a Thai sub district; there are over 7,000 tambons in Thailand.

The OTOP project is a current Thai government policy of great importance to their educational program. The aims of the OTOP project are not only to improve the communities' economy, but also to develop human resources. The Government expects that the OTOP project will create jobs, raise people's income, and strengthen communities in various ways, such as economic, social, environmental, and developmental aspects. Thailand Illustrated magazine editor, Somsri Jamornman, stated the following regarding the OTOP project:

> The project aims at developing local products deriving from local wisdom to upgrade them for the domestic and international markets to increase national revenues and promote Thai handicrafts. Details are in this issue's special interview.
>
> Cultivating Crafts and Preserving the Environment" includes insight on how the OTOP project came to include handicrafts, made with an environmental approach to reflect the Thai traditional ways of life, from over 7,000 sub-districts or tambons, such as hand-woven materials, ceramic ware, pulp paper, wooden products, and more.
>
> (http://www.prd.go.th/ebook/story.php?idmag=13&idstory=104)

Various websites were established to promote and advertise products from the OTOP project. The most well known website is http://www.thaitambon.com/. I used this website to classify types of products that are produced in Maha Sarakham (http://www.thaitambon.com/Provinces/ Mahasarakham.htm). These data are used as criteria for secondary school science teachers in Maha Sarakham and in the selection of topics of concern to local people. There are 375 products from 177 tambons in Maha Sarakham available on this website (March 2003). Table 1 lists the major products produced in Maha Sarakham.

TABLE 36: PRODUCTS IN MAHA SARAKHAM FROM THE OTOP PROJECT

Products	Frequency	Percentages
Natural dye Silk and products	108	31.2
Natural dye Cotton and products	48	13.9
Dish washing	3	0.9
Natural shampoo	2	0.6
Natural hair condition	1	0.3
Preservative food	8	2.3
Local liquors	20	5.8
Thai snack	14	4.1
Other products such as furniture, fresh food, vegetable, etc.	142	40.9
Total	311	100.0

Not only products from the OTOP project, but also local knowledge and resources related to agriculture, herbal medicine, fabric, etc. are promoted through the Internet. Government officials, academic schools and private sectors and persons are knowledgeable in the use of these websites. The websites on the Internet are significant sources of information regarding local wisdom.

Participating teachers including myself are native to North east of Thailand (Esarn),

totaling more than ten years of professional experience. Maha Sarakham as well as others provinces in North east of Thailand have similar resources and traditional practice. Thus, we have first-hand knowledge and experience regarding local wisdom and resources. Moreover, after gathering general information, The researcher interview local people at the schools area regarding their technique or chemicals they used as detergents, food additives, dye, and insecticide and herbal medicine. This information was classified to match each topic and develop as a material. Participating teachers used this material to guide heir students.

Journals, newspapers, textbooks, encyclopedia, and student science projects are others sources of information regarding local wisdom and science concepts. Table Table 37 contains examples of sources that I used in gathering information in each topic in the unit.

TABLE 37: TOPICS AND SOURCES IN GATHERING LOCAL WISDOM AND RESOURCES

Units/Topics	**Sources of gathering local knowledge and resources**	**Examples**
Unit 1 Detergents		
-Ancient cleaner -Body -Hair -Cloth -Utensils -Natural soaps -Natural shampoos	The Internet: -Soap history -Ancient cleaners -Using *Catunaregam* fruit or bark to clean cloths. Journals -Making natural soaps	http://flora.sut.ac.th/pg93.html http://www.champa.kku.ac.th/bio/biokkuboard/Question.asp?GID=159 http://www.panmai.com/Direction/Tree_N_1.htm http://www.thaiventure.com/mcontents/marticle2.php?headtitle=mcontents&id=29058 http://www.bangkokbiznews.com/jud/sun/20020304/page14.html Pattaraporn. (2000) "Are soaps safe?," Biolife. 2(37), p.60-63.

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
	-Making natural shampoos	Nutapate, K. (2000). "Clean and beauty with Natural Soaps," (1) p. 12-30 Anantakul, P. (1991) "Shampoos," Science for Children. No. 4, p.93-95.
	Interviews	The researcher interview local people who produce natural soaps, shampoos, and detergents from the OTOP product. (The interviews will be videotaped and also used as visual aids in classroom instruction.)
	Science Projects	Examples of science projects regarding detergents or cleaning reagents
Unit 2 Food additives and preservation of food		
Food additives -Natural food coloring	The Internet: Natural colors: -purple from *Clitoria ternatea* flower, -orange from palmyra palm peel, -green from Pandanus leaves, *Tiliacora triandra* Diels leaves -yellow from turmeric root	http://web.ku.ac.th/agri/color/menu.htm http://flora.sut.ac.th/pg182.html http://www.techno.msu.ac.th/fn/ecenter/fad/color.htm http://www.school.net.th/library/create-web/10000/generality/10000-823.html http://www.panmai.com/GardenSong/Flower_47.htm http://web.ku.ac.th/agri/color/b21.htm http://www.pantip.com/cafe/chuanchim/recipe/sweet14.html http://user.school.net.th/~anuparp/tan.htm http://vishnu.rsu.ac.th/school/herbal/detail/Triandra/

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
-Natural odor enhancement	The Internet: -Some natural 0 plants in cooking: Ocimum sanctum Linn. (Kaprao), Acacia pennata Willd (Chaom), *Limnophila aromatica* (Lomk.) Merr. (Kayange), leech lime leave or fruit, etc. -A natural insect–Giant male water bug-in enhancing food odor.	http://bmnet.benchama.ac.th/agri/kaphao.html http://www.shc.ac.th/botanical-garden/70.htm http://www.ku.ac.th/AgrInfo/thaifish/aqplant/aqpt130.html http://www.panmai.com/Direction/Tree_NW_2.htm http://ittm.or.th/eng/articles/fd_insect/insect19.htm http://web.ku.ac.th/agri/insectt/inc3.htm#b24
-Natural flavor and odor enhancers	The Internet: -Sour: leave or fruit of Tamarind, *Spondias pinnata*Kurz. (Makok), Rosella (Kajeab) etc -Bit: **Bitter Cucumber fruit,** **-Good taste: white Mulberry leaves,**	http://www.panmai.com/TemplePo/Title3_4.htm http://flora.sut.ac.th/st151.html http://dit.rid.ac.th/herb/detail.php?pdid=2 http://www2.doae.go.th/library/vegetable/www/Plant/mara.htm http://www.aromahouse.co.th/indian%20mulberry.doc
	Cannabis-Marijuana leave, sugar apple leave.	http://www.rspg.thaigov.net/scbotdat/plantdat/cannabid/csativ_2.htm http://www.thailabonline.com/drug-cannabis.htm http://www.rdi.gpo.or.th/oldmedicine/product52.html

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
-Preservation of food	The Internet: -Vegetable, fruit, and meal pickling -Fish fermentation	http://www.thai.net/thaibarn/pla-ra.html fish fermentation) http://www.thai.net/thaibarn/pla-ra.html http://www.thai.net/thaibarn/pla-ra02.html http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK19/chapter3/chap3.htm http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK19/chapter3/t19-3-l1.htm#sect1 http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK19/chapter3/t19-3-l3.htm#sect1 http://www.thaihealth.info/samunpai10.asp http://www2.doae.go.th/library/vegetable/www/Plant/menuplant.htm http://www.pharm.chula.ac.th/vsuntree/toxic/Cleom.htm
	Empirical data	-Products from OTOP projects -Traditional practices such as pickling fresh fruits such as mangoes, tammarine,...), fresh vegetable such as cabbage, capparidaceae(*Cleome gynandra* Linn.), bamboo shoot, etc.
	Science Project Reports	Examples of science projects regarding natural food additives or preservation of food.
Unit 3 Natural Dye		
-Local natural dye	The Internet	http://kmitnb05.kmitnb.ac.th/~as34428/decolour4.html http://www.eduzones.com/vichakan/bio/bio4.html

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
		http://www.nfe.go.th/042103/package/42101/section1_1.htm http://snow.prohosting.com/banpang/page6.htm http://www.panmai.com/Direction/Tree_N_1.htm
	Empirical data	Products from OTOP project in Maha Sarakham: silk and cotton with natural dye.
-Processes of natural dye	The Internet	http://www.nfe.go.th/042103/package/42101/section1_1.htm http://kalasin.doae.go.th/pro2.html http://www.moc.go.th/opscenter/mh/silk.html http://www.moc.go.th/opscenter/mh/onevillage_2.htm
	Interviews	The researcher interviewed local people at Vapipathum and Kaedam Districts, who dye fibers–cotton, silk, reed mat, and fish-nets.
	Science Project Reports	Examples of science project reports regarding natural dyeing.
Unit 4 Natural Insecticide and Pesticide		
-Natural pesticide	The Internet: -Using *Neem* fruits or leaves solution as insecticide	http://www.gmoproandcon.com/cons/smoonpai_02.html http://www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/insect/Index.html http://www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/insect/s_satrupuet.html#s_25

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
-Natural insecticide and pesticide	The Internet: -Using rotenone from local plant as pesticide -using local plants as insecticide and pesticide	http://www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/drug/29_SugarApple/Sugarapple_01.html http://www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/insect/15_sadao/index_sadao.htm http://www.thai.net/udagco/pesticide_herb.html http://www.gmoproandcon.com/cons/smoonpai_02.html http://www.geocities.com/skymthai/insect.html http://www.navy.mi.th/science/Information/Paper/InfoPaper_WithoutChem.html http://www.doae.go.th/library/html/detail/chemsafe/si3.htm http://thaifarmer.oae.go.th/Agriinfo/enemy/crop/rice/rice.html#L2 http://www.doae.go.th/library/html/detail/chemsafe/index.htm http://www.doae.go.th/library/html/detail/menuknow.htm http://www.ipmthailand.org/th/Pesticides/pesticides.htm http://www.doae.go.th/library/html/detail/chemsafe/si6.htm http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/neem2.pdf http://www.school.net.th/library/create-web/10000/science/10000-1088.html

TABLE 37: (Continued)

Units/Topics	Sources of gathering local knowledge and resources	Examples
	Newspapers: Using local news from newspaper to raise problems of using synthetic pesticide.	Thairat Daily news
	Interviews	Local farmers who use natural substance in their farming.
	Science Project Reports	Examples of science project reports regarding natural insecticide and pesticide.
Unit 5 Herbal Medicine		
-Herbal medicine -Local vegetable or herbs as medicine -Herbal plants	The Internet	http://ite.nectec.or.th/~elib/doctors/herb_thaifood.html http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK14/chapter10/t14-10-l1.htm#sect4 http://herbal.pharmacy.psu.ac.th/ http://www.thai.net/thaibarn/med00index.html http://www.thai.net/thaibarn/rx01.html http://www.baanjomyut.com/library/herbs_used_medicinally/ http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/samunpai.pdf
	Interviews	Interview local doctor such as Mao Prasart Rattanapanya, Mrs.On Unpim.
	Science Project Reports	Examples of science project reports regarding natural dyeing.

Participating teachers and the researcher considered use of the 3rd and 8th of the Thai National Science Education Standards (TNSES) in development of this curriculum. as prescribed in the Thai Basic Education Curriculum (MOE. 2001: 18-20):

Substance 3: Properties of matter

Standard Sc 3.1 Understanding matter, its quality and relationship with structure, skills in searching for knowledge procedures, and possessing science consciousness, communicating acquired knowledge and application of knowledge.

Standard Sc 3.2 Understanding nature and changing situation of matter, matter solution, chemical reaction, skills in searching for knowledge procedures and possessing science consciousness, communicating acquired knowledge and application of knowledge.

Substance 8: Nature of science and technology

Standard Sc 8.1 Application of science and science consciousness in searching for knowledge, problem solving, understanding fixed of majority of natural phenomena which can be investigated and explained, depending on availability of current information

From these standards and substandard (See Appendix B), we will be looking forward to match local wisdom and resources to classroom instruction. Table 37 shows how to use local wisdom and resources in teaching and science concepts.

After gathering local knowledge and matching to science concept or principles, participating teachers planed learning/teaching activities and laboratory based upon local knowledge and resources. Local resources and products are used as media and laboratories materials; for example, using various kinds of plants as food coloring and odor enhancer, and using various local plants as natural dyes. Students' activities and experiments will engage students to use scientific processes in their investigations. Activities and experiments will prepare students to conduct their own science projects related to the benefits derived from nature.

2.2 The 3rd and 8th of Thai National Education Standard (Science)

Strand 3: Substances and Its' Properties

Standard 3.1: Understand the properties of substances; the relations between properties; structures of substances, and the holding force between particles; inquiry based learning and scientific mind; an ability to communicate and apply knowledge for the benefits of life

Expected learning outcomes for MS 1 – MS 3 Students

Students should be able to:

1. Examine, investigate, and analyze the properties of substance. Classify substances by using specific criteria such as particle sizes.
2. Searching data about models, particle arrangement, and particle movement in each state of substance. Using models to explain substance properties and state changing.
3. Investigate about homogeneous substance and discuss about pH of solution and the uses of acid base in everyday life.
4. Explore and compare substance properties. Explain the atomic components, element and compounds. Classify and explain the properties and the uses of radio active elements, metals, non-metals, and metalloids.
5. Investigate and explain the principles of substance separation–filtration, distillation, crystallization, extraction, and chromatography. Use the appropriate separation methods to separate the mixtures.

Standard 3.2: Understand the principle and nature of state changing of substances; solution formation; chemical reaction formation; inquiry based learning process and scientific in mind; an ability to communicate and apply knowledge learned.

Expected learning outcomes for MS 1 – MS 3 Students

Student should be able to:

1. Examine, investigate, test, discuss, and explain the change of mass and energy of substances when they solute, state change, and chemical change. Analyze the factors that affect these changes.
2. Investigate, compare, explain the concentration units and solution preparations and the uses of solution units and preparation in everyday life.
3. Examine, investigate, discuss and explain the chemical reactions and equations between metal and water; metal and acid; acid and base; and acid and carbonate. Apply this knowledge to use in everyday life.
4. Search data, discuss and explain the effect of chemicals and chemical reaction to life creature and environment. Aware of the appropriate ways to use chemicals.

Strand 8: The Nature of Science and Technology

Standard 8.1: Using scientific methods and scientific mind as a tool for inquiring knowledge and solving problems; appreciate knowledge that most natural phenomena contain definite patterns and they can be explained and tested within the existing information data and tools; able to understand that science, technology, society and environment are interrelated.

Expected learning outcomes for MS 1 – MS 3 Students

Students should be able to:

1. Pose questions related to vital variables in investigation.
2. Formulate hypothesis, which can be verified and conduct various plans of verifying.
3. Select the appropriate techniques in investigation both in qualitative and quantitative methods.
4. Gather, collect and operate data both in qualitative and quantitative methods.
5. Analyze and evaluate relation between empirical data and conclusion, which supported or contrasted the hypothesis.
6. Construct models or patterns to represent the results of the investigation.
7. Perform questions to verify and apply to use in the new situations.
8. Record and explain data from the observation. Searching information or data to support the result of the investigation. Accept the limitation of scientific knowledge.
9. Present, report and explain the findings of the investigation to other people.

APPENDIX 3

LISTS OF EXPERTS

TABLE 38: RESEARCH INSTRUMENT EXPERTS INFORMATION

Name	Work place	Status
Dr.Supranee Tanyawad	Institute of Promoting Teaching Science and Technology	Retired instructor, expert
Asso.Prof. Somjit Sawathanapaiboon	Srinakarinwirot Unversity	Retired instructor
Varapich Patanasethanon	Muang Pon School	Instructor
Assoc.Prof. Kasorn Palung	Srinakarinwirot University	Retired instructor
Assoc.Prof. Dr. Praseart Sripairot	Srinakarinwirot University	Instructor
Assoc.Prof. Dr. Paitoon Suksringarm	Maha Sarakham University	Retired Instructor
Asst.Prof. Dr. Suthiwan Peerasaksopon	Maha Sarakham University	Instructor
Asst.Prof.Pradit Agathat	Rajabhat Maha Sarakham University	Instructor
Assoc.Prof. Nittaya Saesim	Rajabhat Maha Sarakham University	Instructor
Asst.Prof. Sunan Budhsart	Rajabhat Maha Sarakham University	Instructor

TABLE 39: LIST OF RESEARCH INSTRUMENT EXPERTS

Name	Research Instruments									
	Curriculum	Teacher Guide Book	Student guide Sheet	Achievement Test	The Evaluation From of	The Evaluation Form of Manipulative skills	Questionnaire on Students' Attitudes	Question fpr Students' interview	Questionnaire of Teachers' Opinions	Question for teachers' interview
Dr.Supranee Tanyawad	/				/	/		/		/
Asso.Prof. Somjit Sawathanapaiboon	/									
Warapich Wattanasatethanon	/	/	/			/				
Assoc.Prof. Kasorn Palung				/						
Assoc.Prof. Dr. Praseart Sripairot		/	/	/	/	/	/	/	/	/
Assoc.Prof. Dr. Paitoon Suksringarm				/	/	/	/	/	/	/
Asst.Prof. Dr. Suthiwan Peerasaksopon							/			
Asst.Prof.Pradit Agathat							/		/	
Assoc.Prof. Nittaya Saesim		/	/							
Asst.Prof. Sunan Budhsart		/	/							

TABLE 40: LIST OF EXPERTS FOR CURRICULUM EVALUATEION

Name	Status	Qualifications	Years of Teaching Experiences
1.Asst.Prof.Suratin Narapirom	Lecturer, Rajabhat Maha Sarakham University	M.Ed. (Teaching Science)	32
2.Asst.Prof.Maitri Chandapradit	Lecturer, Rajabhat Maha Sarakham University	M.Ed. (Teaching Science)	12
3. Mr.Samran Ekkapim	Supervisor (teaching science) Maha Sarakham	M.Ed. (Science Education)	13
4. Mr.Sermchai Sungkhepes	Supervisor (teaching science) Maha Sarakham	M.Ed. (Science Education)	13
5. Mrs.Phanwade Phisitaphong	Science teacher, Sarakam Pithyakom School, Maha Sarakham	B.Ed. (General Science &Chemistry)	26

APPENDIX 4

Table 41: General Information regarding Participating Teachers in the Second Semester, 2003 Academic Year

Table 42: Difficulty and Discrimination Index of the Test (I)

Table 43: Difficulty and Discrimination Index of the Test (II)

Table 44: Mean and Standard Deviation of Teachers' Opinions towards the Curriculum

TABLE 41: GENERAL INFORMATION REGARDING PARTICIPATING TEACHERS IN THE SECOND SEMESTER, 2003 ACADEMIC YEAR

School	Sex	Age	Education	Level of students	Subjects	Teaching Experiences (year)	Responsibilities	
							Teaching load (Hrs./week)	Others
Nguaba Wittaya khom	male	32	B. Ed. (General Science)	MS.2 MS.4 MS.5 MS.6	S 204 S 031 S 033 S 035	8	21	- Head, school planning division
Mittra phap	male	40	-M.Ed (Teaching Biology) -B. Ed. (General Science& Biology)	MS.2 MS.4 MS.5 MS.6	S 204 S 041 S 043 S 045	12	23	- Head, school planning division

TABLE 42: DIFFICULTY AND DISCRIMINATION INDEX OF THE TEST (I)

Test item	pH	PL	P	r	status	item	pH	PL	P	r	status
1	29	23	0.60	0.14	*	26	26	14	0.46	0.27	√
2	36	16	0.60	0.45	√	27	14	5	0.22	0.2	√
3	25	23	0.55	0.05	√	28	12	10	0.25	0.05	√
4	22	10	0.37	0.27	√	29	37	11	0.55	0.59	√
5	32	14	0.53	0.41	√	30	35	10	0.52	0.57	√
6	37	22	0.68	0.34	√	31	23	16	0.45	0.16	*e
7	23	14	0.43	0.2	√	32	26	16	0.48	0.23	√
8	38	14	0.60	0.55	√	33	42	16	0.67	0.59	√
9	29	11	0.46	0.41	√	34	37	12	0.56	0.57	√
10	27	24	0.59	0.07	√	35	40	19	0.68	0.48	√
11	26	21	0.54	0.11	*	36	38	16	0.62	0.5	√
12	43	27	0.80	0.36	√	37	34	10	0.51	0.55	√
13	13	9	0.25	0.09	*	38	42	9	0.59	0.75	√
14	24	10	0.39	0.32	√	39	39	17	0.64	0.5	√
15	34	14	0.55	0.45	√	40	26	12	0.44	0.32	√
16	27	15	0.48	0.27	√	41	34	16	0.57	0.41	√
17	38	8	0.53	0.68	√	42	28	12	0.46	0.36	√
18	31	13	0.51	0.41	√	43	31	4	0.40	0.61	√
19	36	10	0.53	0.59	√	44	29	21	0.57	0.18	√
20	27	17	0.51	0.23	√	45	29	10	0.45	0.43	√
21	42	14	0.64	0.64	√	46	25	7	0.37	0.41	√
22	28	15	0.49	0.30	√	47	23	8	0.36	0.34	√
23	42	15	0.66	0.61	√	48	40	15	0.63	0.57	√
24	40	13	0.61	0.61	√	49	25	11	0.41	0.32	√
25	37	7	0.51	0.68	√	50	41	7	0.55	0.77	√K

√ = can be used * = to be revised

TABLE 43: DIFFICULTY AND DISCRIMINATION OF THE TEST (II)

Experts' Item	p	r	Experts' opinions			result	Tried out Item	Post test item
			1	2	3			
1	0.06	0.27	1	1	1	x	1	-
2	0.66	0.52	1	-1	1	*	2	1
3	0.36	0.56	1	1	1	√	17	17
4	0.46	0.70	1	0	1	√	9	9
5	0.37	0.38	1	1	1	√	55	2
6	0.29	0.43	1	1	1	√	20	20
7	0.35	0.51	1	1	1	√	22	22
8	0.32	0.42	1	1	1	√	54	37
9	0.40	0.60	1	1	1	√	19	19
10	0.27	0.23	1	1	1	√	33	32
11	0.10	0.23	0	-1	1	x	34	-
12	0.47	0.48	1	1	0	√	35	33
13	0.37	0.58	1	1	1	√	3	3
14	0.29	0.67	1	0	0	☙	4	4
15	0.31	0.45	1	1	0	√	10	10
16	0.21	0.60	1	1	0	X	13	-
17	0.32	0.84	1	1	1	X	16	-
18	0.54	0.77	0	1	0	*	28	27
19	0.51	0.69	1	0	1	√	39	41
20	0.52	0.58	1	0	1	√	40	42
21	0.53	0.52	1	1	1	√	30	29
22	0.44	0.62	1	1	1	√	42	39
23	0.48	0.51	1	-1	1	√	43	40
24	0.22	0.37	1	0	1	√	58	13
25	0.39	0.55	1	1	1	√	6	10
26	0.31	0.70	1	1	1	√	7	7
27	0.16	0.25	1	1	0	X	27	-
28	0.10	0.40	1	1	1	*	37	12
29	0.60	0.73	0	0	1	*	44	34
30	0.55	0.59	1	0	1	√	45	35

√ = can be used x = not to be used * = to be revised

TABLE 43: (continued)

Experts' Item	p	r	Expers' opinions			Result	Tried out Item	Post test item
			1	2	3			
31	0.44	0.62	0	1	1	√	46	36
32	0.33	0.38	0	1	0	X	60	--
33	0.54	0.58	1	-	1	√	21	21
34	0.15	0.40	1	1	1	*	24	24
35	0.35	0.57	1	1	1	√	50	45
36	0.55	0.56	1	1	1	√	32	31
37	0.61	0.62	1	0	1	√	59	16
38	0.09	0.28	1	0	1	*	15	15
39	0.37	0.84	1	1	1	√	14	14
40	0.51	0.59	0	-	1	√	23	23
41	0.24	0.53	1	1	1	√	53	48
42	.0.20	0.62	1	-	0	√	38	26
43	0.22	0.40	1	1	1	√	26	49
44	-0.36	0.20	1	1	1	X	36	-
45	0.34	0.52	1	1	1	√	49	44
46	0.29	0.53	1	1	1	√	51	46
47	0.51	0.38	1	1	1	√	52	-47
48	0.27	0.35	1	0	0	X	47	-
49	0.22	0.44	1	0	1	√	11	11
50	0.06	0.62	1	1	1	X	12	-
51	0.18	0.46	1	1	1	*	8	8
52	0.41	0.69	1	1	1	√	41	43
53	0.24	0.30	1	1	1	√	5	5
54	0.26	0.33	1	1	1	√	18	18
55	0.52	0.71	1	1	1	√	25	25
56	0.26	0.35	0	1	1	√	56	38
57	0.36	0.61	1	0	1	√	57	50
58	0.47	0.65	1	1	1	√	29	28
59	0.17	0.43	1	1	1	*	31	30
60	0.06	0.10	1	1	1	X	48	-

TABLE 44: MEAN AND STANDARD DEVIATION OF TEACHERS' OPINIONS TOWARDS THE CURRICULUM

	Item	M	SD
As a result of participating in this research,			
Subscale I: Opinions towards the course, you feel that:			
1	Local wisdom can be used to teach science subject	4.67	.58
2	Information regarding the use of chemicals in everyday life from local wise men/ women is useful in science instruction	4.33	.58
3	The students chose contents for this course from local wisdom is appropriate	4.33	1.15
4	Setting learning activities based on local wisdom is appropriate	4.33	.58
5	Course principles which were established based on students investigative approach is valuable	4.67	.58
6	Schools should offer this course as an elective science course for secondary school students	4.00	..00
7	Students' investigations are valuable	4.67	.58
Subscale 2: processes of learning activities: I think that:			
8	Learning activities focused on students investigative approach is useful to develop students' abilities in learning science	4.67	.58
9	Teaching approach through learning cycle as *One Course One Cycle* is appropriate	4.00	1.00
10	I can set learning activities base on the learning cycle by myself	4.00	.00
11	Interviewing local wise men / women by the student is necessary in engagement phase	4.00	.58
12	Planning their own investigations can help students to learn processes of constructing knowledge	3.67	.58
13	Students can plan their own investigation in topics of their interest	3.67	.58
14	To design their own surveys, students need advice from the teacher	4.33	.58
15	To plan their own investigations, students had learned how to find knowledge	4.00	1.00
16	To design their own experiments, students need advice from teacher	4.00	.00

TABLE 44: (continued)

	Item	M	SD
17	Students learn scientific processes by doing experiment	4.33	.58
18	Students need advice from the teacher while doing experiment	3.67	.58
19	students can do experiments by themselves	3.67	.58
20	Allowing students explain results of experiment is useful for them	4.67	.58
21	Students need advice from teacher to explain their experimental results	3.67	.58
22	students can find their own explanation	4.00	.58
23	Allowing students to make their own conclusion is valuable	4.33	.58
24	Teachers need to advise students for making conclusion	3.67	.58
25	Students can conclude the experiment by themselves	3.33	.58
26	Allowing students to present their finding in the investigation is valuable	4.00	.00
27	It is useful for students to conclude their attained knowledge from other groups presentation	4.00	1.00
28	Instructional processes are interesting	4.33	.58
29	Other science subjects should plan instructional processes as this course do	4.33	.58
	Subscale 3: evaluation learning activities, I think that		
30	Allowing students evaluate their behaviors is appropriate	4.33	.58
31	Allowing students evaluate their friends' presentations is appropriate	4.33	.58
32	Students observation forms in all phases of learning cycle are helpful for grading students	4.33	.58
33	Students evaluation forms in all phases of learning cycle are helpful for grading student learning	4.67	.58
34	I can fairly grade each student	4.67	.58

APPENDIX 5

(In Thai)

5.1 Brief of Teaching Plan

5.2 Sample of Activities and Students' Tasks

5.3 Post - test

5.4 Teacher Preparation Workshop

5.5 Teacher's Memorandum

5.1 ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรม

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา สารเคมีในชีวิตประจำวัน
โดยการจัดกิจกรรมแบบ One Course One Cycle โรงเรียนมิตรภาพ

ชม.ที่	กิจกรรม	เป้าหมาย (วัตถุประสงค์)	การประเมินผล
1-4	-แนะนำวิชา และแนวการจัดกิจกรรม -ชี้แจงหัวข้อหรือเรื่องที่นักเรียนจะสามารถเลือกทำการศึกษาค้นคว้า -กำหนดเรื่องหรือแนวทางที่จะสอบถามผู้รู้ในท้องถิ่น -พาผู้เรียนไปพบผู้รู้ในท้องถิ่น	-ผู้เรียนได้หัวข้อหรือประเด็นศึกษา -นำเสนอสิ่งที่ได้จากการไปสอบถามชาวบ้าน (กลุ่ม)	สังเกตจาก -การไปสอบถามชาวบ้าน -การนำเสนอความรู้ที่ได้ -ตรวจจากสรุปความรู้ที่ได้
	-เรียนรู้กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	ให้ผู้เรียน -บอก(ขั้นตอน)วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ - ให้ความหมายและกำหนดตัวแปรต้น ตาม และควบคุมในการทดลองได้ - ตั้งสมมติฐานได้	-สังเกตจากการร่วมกิจกรรม -ตรวจจากแบบฝึกหัด
	-กิจกรรมการทดลองเพื่อเตรียมความพร้อม (2 การทดลอง)	- ทำการทดลอง นำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ -ตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรการทดลองได้ -หาค่า pH ของสารโดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ได้ -สกัดสารด้วยตัวทำละลายได้ (น้ำ แอลกอฮอล์)	-สังเกตจากการทำการทดลอง -ตรวจจากรายงานผลการทดลอง

ชม.ที่	กิจกรรม	เป้าหมาย (วัตถุประสงค์)	การประเมินผล
	-วิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์	- ระบุปัญหาที่ศึกษา ตัวแปรต้น ตามและควบคุม สมมติฐานของการศึกษา โดยวิเคราะห์จากบทคัดย่อโครงงานวิทยาศาสตร์ได้	-ตรวจจากแบบฝึกวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ (เฉพาะมิตรภาพ)
	-ศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่องจะศึกษา จากเอกสาร -วางแผนการสำรวจตามหัวข้อที่สนใจ -สำรวจและรวบรวมข้อมูลที่ได้ -นำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำ เช่น คำนวณ หาความถี่ เขียนกราฟ แผนภูมิ เพื่อหาความสัมพันธ์และนำไปใช้ในการสรุปผล -เขียนรายงานผลการสำรวจฉบับเต็ม (เป็นกลุ่ม) รายงานสรุป (รายบุคคล)	-วางแผนการสำรวจได้ -สำรวจ วิเคราะห์ผลและสรุปผลการสำรวจตามแผนที่กำหนดไว้ได้ -นำเสนอผลที่ได้จากการสำรวจ	- สังเกตจากการร่วมวางแผนและวิเคราะห์ผลการสำรวจในชั้นเรียน - ตรวจจากรายงานผลการสำรวจ -สังเกตจากการนำเสนอผลการสำรวจ
15-18	-วางแผนการศึกษาทดลองได้ -ตัวแทนแต่ละกลุ่มเสนอแผนการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน -เพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่นหรือครูให้ข้อเสนอแนะหรือแนะนำชื่อแหล่งสืบค้นเรื่องนั้นๆ	-วางแผนการดำเนินการศึกษาทดลองได้ -นำเสนอแผนการศึกษาได้	-สังเกตการทำงานในกลุ่ม -ตรวจจากการวางแผนการศึกษาค้นคว้า

ชม.ที่	กิจกรรม	เป้าหมาย (วัตถุประสงค์)	การประเมินผล
19-24	-ทำการทดลองตามกิจกรรมที่กำหนด -บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ -ศึกษาเอกสารเพิ่มเติมเพื่อสรุปผลการทดลอง	-ทดลองตามแผนที่ได้กำหนดไว้ได้ -สรุปผลการทดลองได้	- สังเกตจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจจากรายงานผลการทดลอง
25-28	-เตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในขั้นขยายผล (จัดทำโปสเตอร์) เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา จากการสำรวจ และการทดลองทำโครงงาน -นำเสนอหน้าชั้นเรียน -ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องนั้นๆ) (เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่ม)	-วางแผนการนำเสนอผลงานได้ -นำเสนอข้อสนเทศและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเพื่อแลกเปลี่ยนประสบ-การณ์ได้	- สังเกตจากการนำเสนอความรู้ ในบอร์ดและนำเสนอด้วยวาจา - สังเกตจากการตอบข้อซักถาม - สังเกตการซักถามและร่วมอภิปราย - ตรวจจากสรุปความรู้ที่แต่ละคนได้รับ
33-34	-ผู้เรียนประเมินตนเองว่ามีความเข้าใจหรือได้เรียนรู้อะไรบ้าง -อภิปรายในกลุ่มว่าจะเสนอแนวทางการศึกษาต่ออย่างไร - นำเสนอผลการอภิปราย	-ประเมินความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ -ประเมินแนวคิดในการประยุกต์ความรู้ได้	-ตรวจจากรายงานสรุปความรู้ที่ได้ -ตรวจจากแนวคิดในการประยุกต์ความรู้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป
35-36	สอบปลายภาค		

5.2 ตัวอย่างกิจกรรมในขั้นต่าง ๆ

กิจกรรมการสร้างความสนใจ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมีของชาวบ้าน และแต่ละกลุ่มตัดสินใจได้ว่าจะศึกษาเรื่องอะไร

วิธีการ

1. ให้นักเรียนเตรียมคำถามไว้ถามชาวบ้านในเรื่องการใช้สารเคมีเพื่อ ทำความสะอาดเสื้อผ้า ศีรษะ ร่างกาย การใช้สารเคมีในการปรุงแต่งสี / กลิ่น/ รส จากธรรมชาติ การถนอมอาหาร การย้อมผ้า แห การทาสีไม้ด้วยวัตถุดิบธรรมชาติ การใช้สารธรรมชาติในการกำจัดแมลงและศัตรูพืช สมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรค
2. ขณะที่ถามชาวบ้าน ให้บันทึกสิ่งสำคัญใส่ในกระดาษ
3. นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการไปสอบถามชาวบ้าน
4. แต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้จากชาวบ้านในหัวข้อที่แต่ละกลุ่มสนใจ
5. นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในการประเมินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ดังนี้

คำถามหลังกิจกรรมสร้างความสนใจ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการไปสอบถามชาวบ้าน

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรในการไปเรียนรู้จากชาวบ้านนอกเหนือจากในโรงเรียน

.....

.....

.....

3. อื่น ๆ

.....

.....

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในขั้นการไปสอบถามจากชาวบ้าน (โดยสรุป)

ได้เรียนรู้การเก็บข้อมูลจากชาวบ้านในชุมชนที่ไปสำรวจ ซึ่งต้องอาศัยทักษะในการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ที่ดี ต้องมีการเตรียมตัวก่อนไปสำรวจ ทั้งการเตรียมคำถามที่จะใช้ถาม การเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆ ที่ต้องใช้ในการสำรวจ นอกจากนี้ยังได้เรียนรู้มารยาทที่ควรปฏิบัติในขณะที่ไปสำรวจชุมชน ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากๆ ในการลงพื้นที่ไปสำรวจชุมชนต่างๆ

ได้รู้จักว่าแต่ละท้องถิ่นมีวัฒนธรรมที่แตกต่างกันอย่างไร ทั้งในเรื่องของการแต่งกาย ภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร ประเพณีต่างๆ ที่ปฏิบัติกันมา ซึ่งทำให้เราได้เรียนรู้ว่าเราควรปฏิบัติตัวอย่างไรเมื่อไปสำรวจในชุมชนต่างๆ และยังได้เห็นถึงความสำคัญของชุมชนที่มีต่อการท่องเที่ยวอีกด้วย

รู้จักการใช้สมุนไพรรักษาโรค เช่น ปวดท้อง ใช้ต้นฮางลี ต้นฮางลีนำมาต้มดื่ม ใช้ลางฝนหาย หรือจากการเตรียมตัวเป็นยานำมารับประทานได้

การคัดแยกพืชออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น เช่าโบสะ เถาหัวอ่องสะ เถามหาต้ม ต้นหางไหล้หอม มหาหมัดแดง นำไปจัดแสดงที่ศาลาศรีตรุพืช

ได้รู้จักวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านที่นี่ ที่ยังคงยึดถือวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมอยู่ และยังได้รู้จักวิธีการทำและวิธีการใช้งานของเครื่องมือต่างๆ ที่ชาวบ้านที่นี่ยังคงใช้กันอยู่

ได้ธรรมะในการดำรงชีวิตเพิ่มเติมจากความเป็นอยู่ของคนในสมัยก่อน เช่น การรักษาโรคด้วยสมุนไพรต่างๆ

ได้ประสบการณ์ในการไปสำรวจและเก็บข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่ต่างจังหวัด เช่น การเดินทางไปสำรวจ การเก็บข้อมูลต่างๆ การทำงานร่วมกัน ฯลฯ

2. นักเรียน[redacted]มีความรู้สึกอย่างไรในการไปเรียนรู้จากชาวบ้านนอกเหนือจากเรียนในโรงเรียน

สนุกมากเพราะไปการเรียนที่แปลกใหม่และได้รู้จักการเรียนที่จะเรียนรู้ด้วยตัวเองซึ่งทำให้ดิฉันเกิดความสนุกในการเรียนนอกสถานที่ในครั้งนี้มาก

มีความรู้สึกว่าสนุกสนาน ได้เรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากชาวบ้านหลายอย่างมากมายไปบ่อย ๆ แตกต่างจากโรงเรียนมาก มีความรู้สึกภูมิใจที่เราได้เรียนรู้ภูมิปัญญาชาวบ้านด้วยตัวของเราเอง รู้สึกเป็นกันเองกับชาวบ้าน

มีความรู้สึกว่าดีมากที่ได้ [illegible] นอกห้องเรียน [illegible] ได้ [illegible] ได้ความรู้เพิ่มเติม [illegible] เลยทีเดียว

ได้เรียนรู้ [illegible] เช่น [illegible] เป็นต้น

ดีใจและภูมิใจที่ได้ออกไปเรียนรู้นอกสถานศึกษาและอาจจะเป็นการฝึกประสบการณ์ไปในตัวเอง ด้วยและทำให้ได้ความรู้เพิ่มเติมจากชาวบ้านในบางสิ่งที่เราไม่เคยเห็นและไม่เคยศึกษา

กิจกรรมการทดลองเพื่อเตรียมความพร้อม (ตัวอย่างสำหรับกลุ่มสารทำความสะอาด)

วันที่ ..... โรงเรียน.....ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิก 1).....2).....

3).....4).....5).....

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบความเป็นกรด-เบส (หาค่า pH) ของสารเคมีบางชนิด

สารเคมีที่นำมาทดสอบ

1. น้ำสบู่ 2. น้ำมะขามเปียก 3. น้ำมะนาว 4. น้ำแช่ข้าว(น้ำข้าวหมัก)
5. น้ำส้มสายชู 6. น้ำปูนใส 7. น้ำเกลือ 8. น้ำยาล้างจาน 9. น้ำขี้เถ้า
10. แชมพูสระผม 11. ครีมนวดผม 12. น้ำยาซักผ้า 13. น้ำมันพืช
14. น้ำยาล้างเอนกประสงค์ 15. น้ำกรอง

อุปกรณ์

ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แผ่นเทียบสี เทปติดชื่อ ขวดใส่สาร หลอดหยด

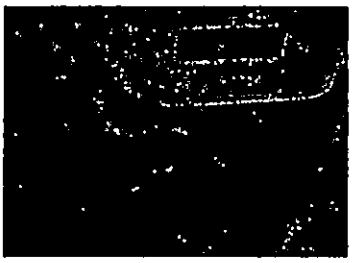
วิธีการ

1. วางกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ไว้ด้านข้างหมายเลขที่เขียนลงในกระดาษที่ห่อด้วยถุงพลาสติก วางไว้ตามจำนวนของสารที่ต้องการนำมาทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1

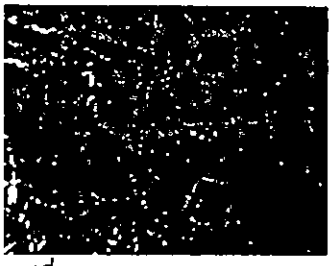
2. ใช้หลอดหยดดูดสารที่ต้องการทดสอบกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่วางไว้ตามข้อ 1 ชิ้นละ 1-2 หยด ตามลำดับสารที่กำหนดหมายเลขไว้ สังเกตและ บันทึกสีที่ได้ และอ่านค่า pH โดยการเทียบสีกับแผ่นเทียบสี ดังแสดงในรูปที่ 2 บันทึกค่า pH โดยออกแบบตารางบันทึกผลเอง

หมายเหตุ เมื่อทดลองเสร็จแล้วใช้กระดาษทิชชูชุบน้ำแล้วเช็ดสารออกให้สะอาด แล้วล้างมือด้วยน้ำสะอาดเมื่อทำการทดลองเสร็จ

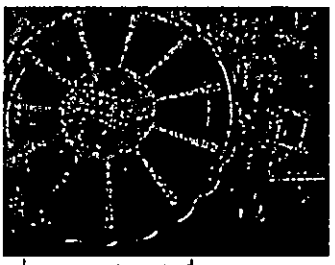
รูปที่ 1 การวางกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์



รูปที่ 2 เทและดูดสารที่จะทดสอบ



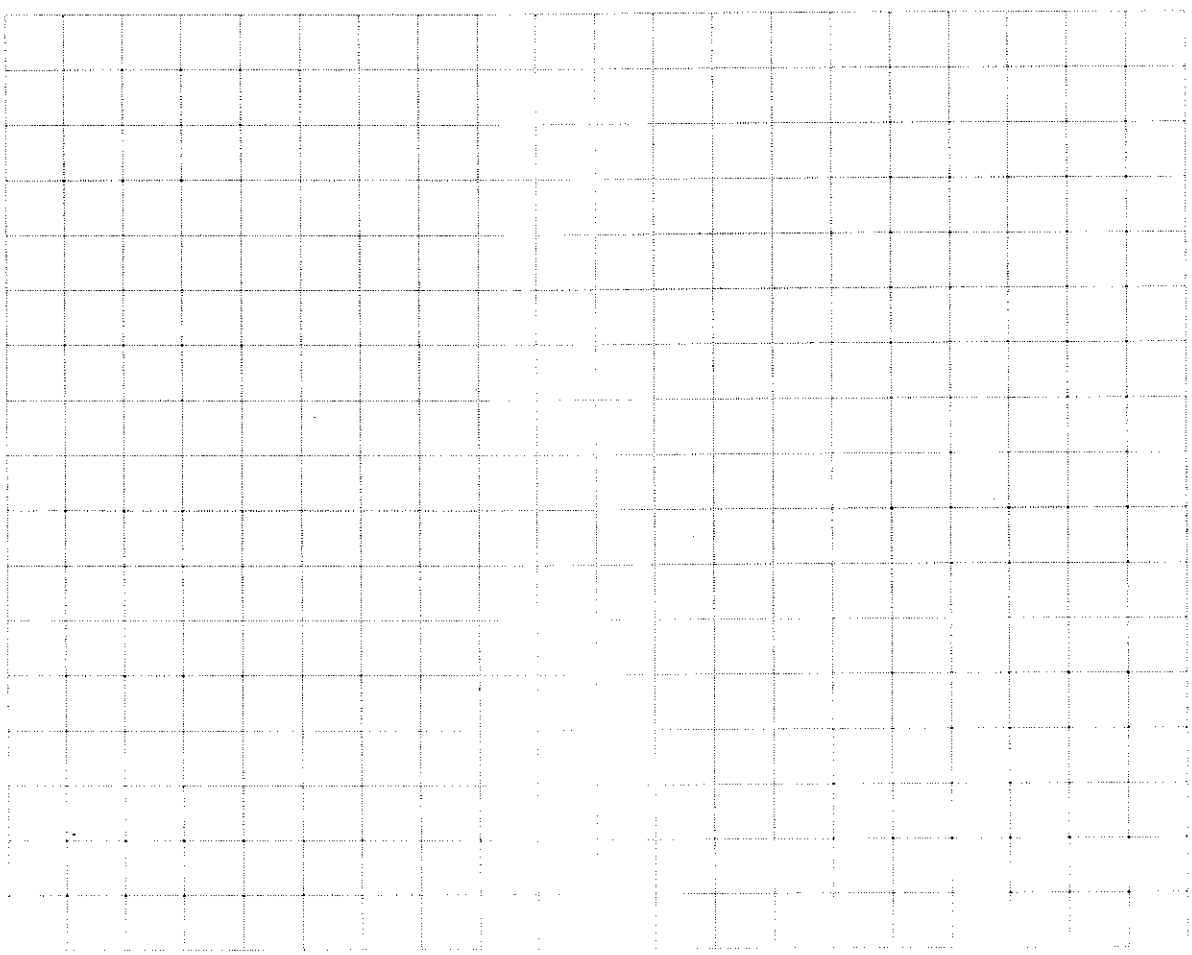
รูปที่ 3 การหยดสารทดสอบบนกระดาษฯ



รูปที่ 4 การเทียบสีเพื่ออ่านค่า pH

ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง

เขียนกราฟแสดงผลการทดลองแสดงค่าความเป็นกรด-เบสของสารแต่ละชนิด



จากกิจกรรมที่ 1 ตอบคำถามต่อไปนี้

❖ สิ่งที่ศึกษา คือ

.....

...

❖ ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

❖ ตัวแปรตาม คือ

.....

❖ สมมติฐาน คือ

.....

.....

❖ สิ่งใดบ้างที่ต้องระวังในการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบสของสาร คือ

.....

.....

❖ สามารถจัดกลุ่มสารที่นำมาทดสอบตามสมบัติความเป็นกรด-เบสได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสารใดบ้างที่สามารถเปลี่ยนสีจากแดงเป็นน้ำเงิน

.....

.....

.....

❖ ถ้าต้องการตรวจสอบว่าน้ำสกัดจากผลไข่เน่า ใบไข่เน่า มีสมบัติเป็นกรด หรือ เบส เหมือนกันหรือไม่ จะทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาสมบัติบางประการของสารทำความสะอาด

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบสมบัติบางประการของสารทำความสะอาด (แรงตึงผิวของน้ำ การเกิดฟอง และการเกิดอีมัลชัน)

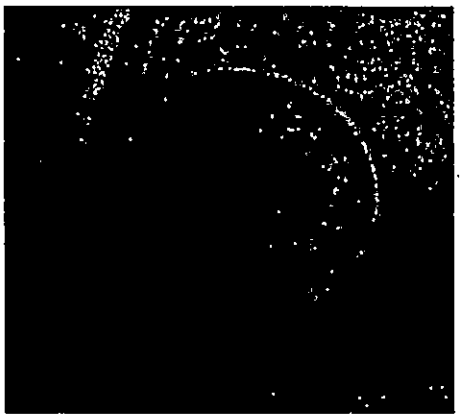
สารเคมีที่นำมาทดสอบ

1. สารละลายสบู่ก้อน 2. สบู่เหลว 3. แชมพูสระผม 4. ครีมนวดผม 5. น้ำจากผลหนามแท่ง 6. น้ำแช่ข้าว (น้ำข้าวหม่า) 7. สารสกัดใบหมี่ 8. สารสกัดจากลูกมะกรูด 9. น้ำยาล้างจาน 10. น้ำขี้เถ้า 11. น้ำยาทำความสะอาดเอนกประสงค์ 12. น้ำกรอง 13. น้ำมันพืช

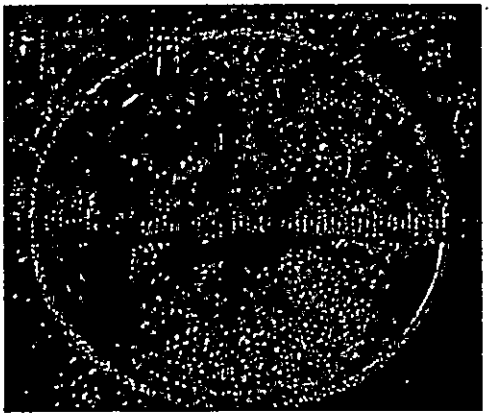
วัดสุอุปกรณ์ ตะกร้า ไม้บรรทัด แก้วพลาสติกเล็ก หลอดทดลอง หลอดหยดสาร แป้งฝุ่น หลอดทดลองขนาดกลาง กระบอกฉีดยาหรือกระบอกตวง

ตอนที่ 1 แรงตึงผิวของน้ำ

วิธีการ เอาแป้งฝุ่นโรยบนแก้วที่มีน้ำอยู่บาง ๆ แล้วใช้หลอดหยดดูดสารที่ต้องการทดสอบ (สารที่ 1 หยดลงไป 2 หยด (แสดงดังรูปที่ 3) จนแป้งหยุดกระจาย วัดความกว้างของแป้งที่กระจายออก (แสดงดังรูปที่ 4) บันทึก ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ใช้สารในข้อ 2-12



รูปที่ 5 การโรยแป้งฝุ่นลงบนผิวน้ำ

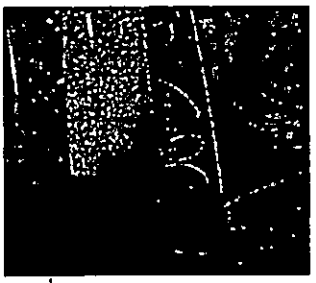


รูปที่ 6 การวัดความกว้างของน้ำที่ขยายตัวออก

ตอนที่ 2 การเกิดฟอง

วิธีการ ใส่น้ำลงในหลอดทดลองจำนวน 5 cm^3 ใช้หลอดหยดดูดสารที่ต้องการทดสอบ (สารที่ 1-11) ใส่ลงไป 5 หยด เขย่าโดยเอาส่วนปลายด้านล่างของหลอดทดลองแตะไปมาบนฝ่ามือจำนวน 10 ครั้ง ตั้งไว้และวัดความสูงของฟอง บันทึก

รูปที่ 7 แสดงการเขย่าให้เกิดฟอง



รูปที่ 8 แสดงการวัดความสูงของฟอง

ตอนที่ 3 การเกิดอีมัลชัน

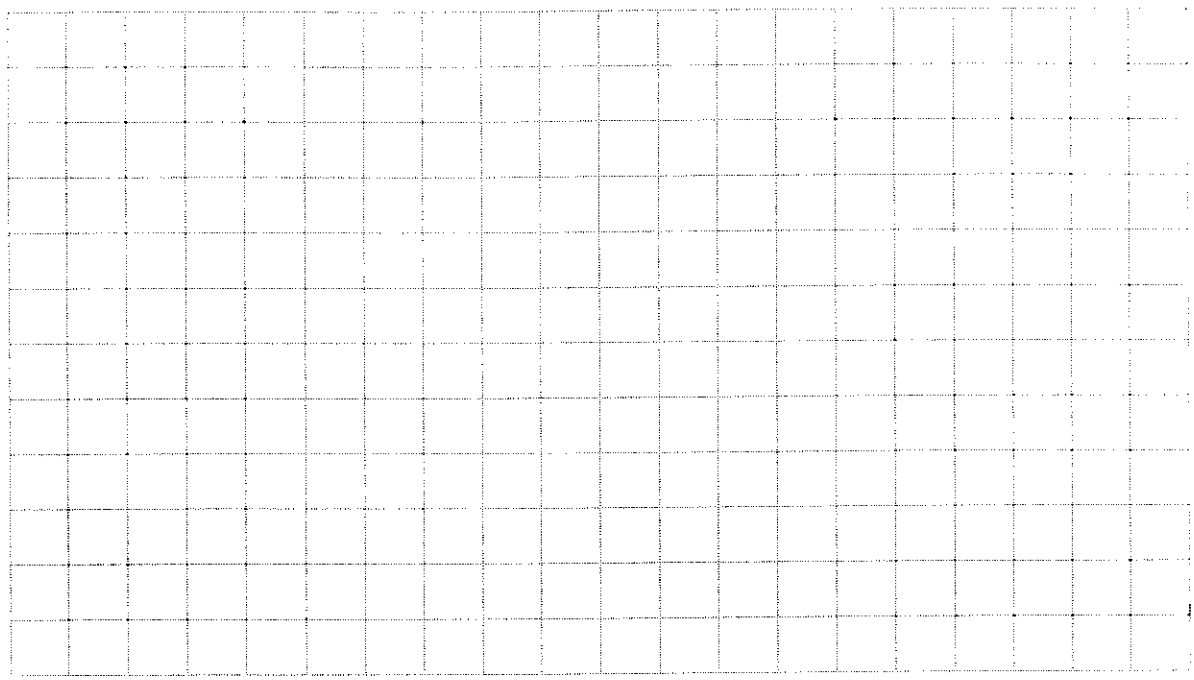
วิธีการ

1. ใส่น้ำลงในหลอดทดลองจำนวน 5 cm^3 ใช้หลอดหยดดูดน้ำมันพืชใส่ลงในหลอดทดลอง จำนวน 3 หยด เขย่า สังเกตผลที่เกิดขึ้น เติมน้ำสบู่ลงไป 5 หยด เขย่า สังเกตและบันทึกผล

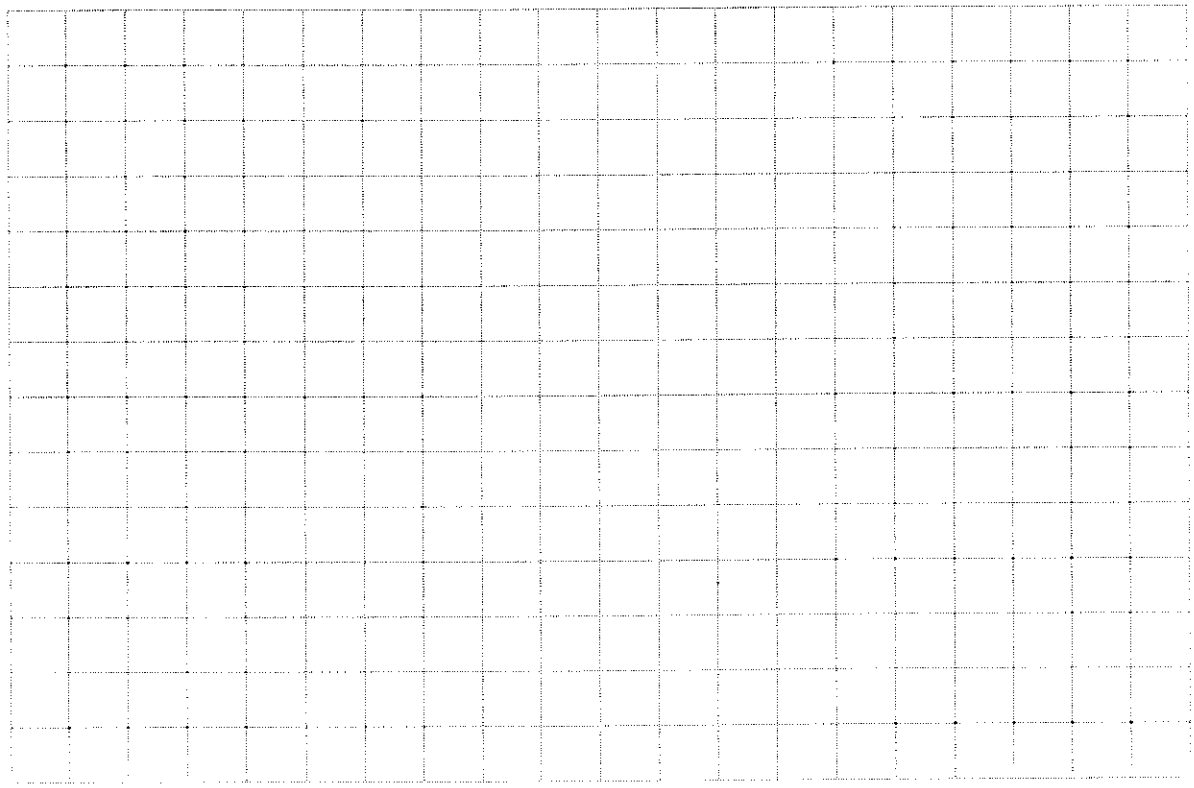
2. ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ใช้สารสกัดจากผลหนามแท่งแทน

ออกแบบตารางบันทึกผลกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 - 3 (ทำแยกตารางหรือรวมก็ได้)

เขียนกราฟแสดงผลการทดลองตอนที่ 1 แรงตึงผิวของน้ำ



เขียนกราฟแสดงผลการทดลอง ตอนที่ 2 แสดงความสามารถในการเกิดฟองของสาร



❖ สารใดบ้างมีสมบัติในการลดแรงตึงผิวของน้ำ (ทำให้ผงแป้งกระจายได้กว้าง)

.....

.....

.....

❖ สมบัติใดของสารสกัดจากผลหนามแท่งที่ทำให้คนโบราณนำมาใช้ซักผ้า

.....

.....

.....

.....

.....

❖ สารที่นำมาทดสอบชนิดใดบ้างที่ใช้ในการทำความสะอาด

.....

.....

.....

.....

❖ สารทำความสะอาดควรมีสมบัติอย่างไร (พิจารณาจากกิจกรรมแต่ละตอน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลองกิจกรรมที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมการทดลองเพื่อเตรียมความพร้อม 2

วันที่..... กลุ่ม .....

ชื่อ..... ชื่อ.....

ชื่อ..... ชื่อ.....

คำชี้แจง

ถ้าต้องการศึกษาว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือมีผลต่ออัตรางอกของเมล็ดถั่วเขียวหรือไม่ ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจแล้วอภิปรายกันเพื่อตอบคำถามและทำการทดลองตามคำแนะนำต่อไปนี้

เรื่อง ผลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือต่ออัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียว

❖ ตัวแปรต้น ในการทดลองนี้ คือ

.....

.....

❖ ตัวแปรตาม ในการทดลองนี้ คือ

.....

.....

❖ สิ่งที่ควรจะต้องควบคุมให้เหมือนกันในการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์ เมล็ดถั่วเขียว ทิชชู ถุงพลาสติก ที่ติดป้ายชื่อ

สารเคมี น้ำ น้ำเกลือเข้มข้น 5% 10% 20% 30%

❖ สมมติฐาน ในการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง

1. เลือกเมล็ดถั่วเขียว ที่มีขนาดเท่า ๆ กันมาจำนวน 10 เมล็ด
2. พับกระดาษทิชชูจำนวน 4 ชั้น ใส่ลงในถุงพลาสติกที่ปิดฝาได้ นำเมล็ดถั่วที่เลือกไว้ไปวางให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน
3. ค่อย ๆ เทน้ำปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในถุงพลาสติกที่วางเมล็ดถั่วเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาให้สนิท เขียนป้ายชื่อกลุ่ม การทดลองที่ 1 และวันที่ทดลองไว้
4. ทำเช่นเดียวกันแต่ใช้น้ำเกลือเข้มข้น 5% 10% 20% และ 30% แทน
5. ตั้งถุงพลาสติกไว้ในบริเวณเดียวกัน นับจำนวนถั่วที่มีรากงอกและเจริญเติบโต ทุกวันจนครบ 5-6 วัน บันทึกในตารางที่นักเรียนออกแบบเอง
6. จากข้อมูลในตาราง หาร้อยละของอัตราการงอกในแต่ละการทดลอง และเขียนกราฟเพื่อนำเสนอผลการทดลอง

❖ ตารางบันทึกผลการทดลอง การนำเสนอกราฟ และการสรุปผลการทดลองให้สมาชิกในกลุ่มปรึกษากันว่าจะนำเสนออย่างไร (ทำใส่ในกระดาษ A 4)

สรุปผลการทดลอง

กิจกรรมประเมินก่อนการวางแผนการทดลองขั้นศึกษาสำรวจ

คำชี้แจง ให้นักเรียนในกลุ่มเลือกอภิปรายหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง หรือตั้งประเด็นขึ้นมาเองแล้ววางแผนการทดลองเพื่อศึกษาค้นคว้า โดยเขียนให้ครบทุกขั้นตอน (ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สิ่งที่ต้องควบคุม วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี แผนการศึกษาทดลอง วิธีการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง(ตาราง) และหัวข้อที่ควรศึกษา (ที่ต่อเนื่องกับเรื่องที่เลือกมา) (ทำใส่กระดาษ เอ-4)

1. ต้องการทราบว่าสารสกัดจากพืชชนิดใด (พืช ก และ ข) มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถ้วยจานได้ดีกว่ากัน

2. ต้องการทราบว่าการเก็บรักษาสะเดาด้วยการดองในน้ำกับน้ำเกลืออย่างไหนเก็บได้นานกว่ากัน

3. ต้องการทราบว่าการย้อมแหด้วยสารสกัดจากเปลือกประดู่ด้วยการย้อมอย่างเดียวและการย้อมแล้วนำไปย่ำตม (หมักโคลน) วิธีใดให้สีได้เข้มกว่ากัน

4. ต้องการทราบว่าการย้อมแหด้วยสารสกัดจากเปลือกประดู่ด้วยการย้อมอย่างเดียวและการย้อมแล้วนำไปย่ำตม (หมักโคลน) วิธีใดช่วยให้แหเหนียวได้ดีกว่ากัน

5. ต้องการทราบว่าการย้อมฝ้ายหรือไหมด้วยสารสกัดจากดอกทองกวาว โดยการเติมสารส้ม จุนสี (สียายอน) และไม่เติมสารเคมี วิธีใดให้สีเข้มกว่ากัน

6. ต้องการทราบว่าการย้อมฝ้ายหรือไหมด้วยสารสกัดจากดอกทองกวาว โดยการเติมสารส้มและเติมจุนสี (สียายอน) และไม่เติมสารเคมี วิธีใดให้สีที่ทนทานต่อแดดกว่ากัน

7. ต้องการทราบว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดาหรือจากบอระเพ็ดมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนต้นพริกดีกว่ากัน

8. ต้องการทราบว่าฟ้าทะลายโจรที่แปรรูปด้วยการทำเป็นยาลูกกลอน และที่ทำเป็นผงละลายน้ำดื่ม วิธีแปรรูปใดที่ช่วยลดความขมได้ดีกว่ากัน

หรือ แต่ละกลุ่มตั้งประเด็นอื่น (ซ้ำกับการทดลองเดิมก็ได้)

กลุ่ม สาธิตเพื่อนแก้ว

โรงเรียน สวนกุหลาบวิทยาลัย วันที่ 29 เมษายน 2531 ชั้น ม.ปลาย ปีที่ 3

ชื่อ ด.ญ. กรองทอง สุขแก้ว ชื่อ ด.ญ. นันทรา เก่งเรียน

ชื่อ ด.ญ. วิสาขา ขันแข็ง ชื่อ ด.ญ. พิกุล เพื่อนแท้

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการซึมผ่านของน้ำยาซักผ้าชนิดต่างๆ ตามการทดลองเพื่อการสังเกตได้อย่างไร เพื่อให้สามารถตั้งสมมติฐานและการทดลองได้

เรื่อง ผลของความเข้มข้นของน้ำยาซักผ้าต่ออัตราการซึมผ่านของเยื่อ

ตัวแปรต้น คือ ความเข้มข้นของน้ำยาซักผ้า

ตัวแปรตาม คือ [redacted] ของการซึมผ่านของเยื่อ

ตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้ คือ จำนวนเม็ดถั่ว จำนวนหัวรู จำนวนน้ำ จำนวนถุง

วัสดุอุปกรณ์ เม็ดถั่ว หัวรู ถุงพลาสติก ที่ติดปากขวด

สมมติฐาน ในการทดลองคือ

ถ้าความเข้มข้นของน้ำยาซักผ้าน้อย อัตราการซึมผ่านจะเกิดได้เร็ว

วิธีการทดลอง

1) นำเม็ดถั่ว ที่มีขนาดเท่ากันมาจำนวน 15 เม็ด (ชนิดเดียวกัน)

2) ใช้หัวรูจำนวน 5 รู ใส่ลงในถุงพลาสติกที่ปิดปากให้ แล้วเลือกถุงที่เลือกไว้ไปวางไว้ในตะแกรงเท่านั้น

3) ตวงน้ำเทน้ำปริมาตร 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในถุงพลาสติกที่วางเม็ดถั่วไว้ในตะแกรงแล้วปิดปากถุงให้สนิท เขย่าถุงเพื่อให้เม็ดถั่วกระจายทั่ว และจับเวลาทันทีที่ทดลองได้

4) ทำแบบนี้กับน้ำยาซักผ้าที่มีความเข้มข้น 10%, 20%, 30% และ 40% แทน

5) ทิ้งถุงพลาสติกไว้ในบริเวณเดียวกัน นับจำนวนรูที่มีรากงอกและเจริญเติบโตทุกๆ ระยะเวลา 5 นาที นับรูในตารางที่นักเรียนออกแบบเอง

ผลการทดลองของอัตราการงอกของเมล็ด

วันที่	ความเข้มข้นของน้ำยาซักผ้า					
	(น้ำ) 0%	10%	20%	30%	40%	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

กิจกรรมขั้นการศึกษาสำรวจ

การหาข้อมูลหรือความรู้โดยวิธีการสำรวจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการศึกษาหาข้อมูลหรือความรู้โดยการสำรวจ
2. เพื่อวางแผนการสำรวจ ทำการสำรวจและสรุปผลการในหัวข้อที่แต่ละกลุ่มสนใจ

วิธีการ

1. ศึกษาตัวอย่างวิธีการสำรวจจากใบความรู้ ตัวอย่างการสำรวจฯ
2. สมาชิกในกลุ่มอภิปรายและตกลงว่าในกลุ่มของท่านจะทำการสำรวจอะไร วางแผนการสำรวจ (ในชั่วโมง) แล้วส่งให้อาจารย์พิจารณา
3. เมื่อได้รับคำแนะนำแล้วให้ดำเนินการสำรวจและบันทึกข้อมูล (นอกเวลาเรียน)
4. นำข้อมูลจากการสำรวจมาจัดกระทำและสรุปผล (ในชั่วโมงถัดไป)
5. เขียนรายงานการศึกษาสำรวจ

หมายเหตุ

การเขียนรายงานการสำรวจ ใส่กระดาษ A-4 หัวข้ออาจจะประกอบด้วย

1. ปก (มีชื่อเรื่อง และชื่อสมาชิก)
2. ชื่อเรื่อง
3. ความสำคัญของการศึกษา (สั้น ๆ)
4. วัตถุประสงค์
5. สถานที่สำรวจ หรือ ขอบเขตการสำรวจ
6. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้
7. แผนการศึกษาสำรวจ เป็นการกำหนดระยะเวลาในการศึกษาในแต่ละขั้น
8. วิธีการสำรวจ
9. บันทึกผล (เสนอเป็นตาราง โดยให้ออกแบบเอง)
10. เสนอผลการสำรวจ (เสนอเป็นกราฟ โดยการหาความถี่ หรือคิดเป็นร้อยละ เสนอในรูปตาราง หรือ อื่น ๆ)
11. สรุปและอภิปรายผลการสำรวจ

ตัวอย่าง

1. เรื่อง การศึกษาวิธีการดับกลิ่นปากโดยใช้สารจากธรรมชาติ

2. สมาชิก

เด็กหญิงดวงตะวัน ปักโขมัง เด็กหญิงจันเพ็ญ อาจสุรินทร์

เด็กชายประวิทย์ โทคำมูล เด็กชายสุวิทย์ จ้อยนุแสง

3. วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาว่าชาวบ้านมีใช้สารธรรมชาติใดบ้างในการดับกลิ่นปาก

4. ความสำคัญ

เมื่อคนเรารับประทานอาหารที่มีกลิ่นรุนแรง เช่น ชะอม กระเทียม หอม หรือดื่มเหล้า จะทำให้มีกลิ่นอาหารเหล่านั้นหลงเหลืออยู่ในปาก ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ อาจทำให้เกิดความรำคาญ หรือรบกวนผู้คนข้างเคียง คนในสมัยโบราณมีวิธีการกำจัดกลิ่นเหล่านี้โดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติง่าย ๆ เช่น การเคี้ยวใบฝรั่ง

สมาชิกในกลุ่มจึงสนใจศึกษาว่า ชาวบ้านบ้านโนนจาน ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม มีการใช้สารจากรรรมชาติใดบ้างในการดับกลิ่น จึงทำการศึกษาในครั้งนี้

5. สถานที่ศึกษาสำรวจ

บ้านโนนจาน ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

6. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

กระดาษ ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด

7. แผนการศึกษาสำรวจ

แผนการดำเนินงานและกำหนดระยะเวลาในการศึกษาเป็นดังนี้

กิจกรรม	ระยะเวลา	หมายเหตุ
1. กำหนดหัวเรื่องในการศึกษาและวางแผนการศึกษา	1 วัน	
2. สอบถามชาวบ้าน และบันทึกผล	2 วัน	(เสาร์ อาทิตย์ หรือตอนเย็น)
3. วิเคราะห์ผลการสำรวจ (บันทึกในตาราง คำนวณหาค่าร้อยละ และเขียนกราฟ)	1 ชั่วโมง	
4. เสนอผลและเขียนรายงาน	1 ชั่วโมง	
5. ส่งรายงานและนำเสนอรายงาน	½ ชั่วโมง	

วิธีการศึกษาสำรวจ

1. สอบถามชาวบ้าน(จำนวน 30 คน) ว่า เวลาที่มีกลิ่นปาก ท่านใช้สารจากธรรมชาติใดในการดับกลิ่นและใช้วิธีการใด (วิธีการดังกล่าวอาจจะยังคงใช้อยู่หรือเคยใช้) โดยสอบถามในวันที่ 17-18 ธันวาคม 2546
2. บันทึกผลในตาราง (ที่ 1)
3. นับจำนวนคนที่ใช้สารประเภทเดียวกัน แล้วคำนวณหาค่าร้อยละของการใช้สารแต่ละประเภท เขียนสรุปลงในตาราง (ที่ 2) แล้วนำไปเสนอผลในรูปกราฟ
4. สรุปผลการสำรวจ

8. ผลการสำรวจ

จากการสอบถามการใช้สารจากธรรมชาติในการดับกลิ่นปาก ของชาวบ้านบ้านโนนจาน ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สามารถนำเสนอได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงผลการสำรวจการใช้สารจากธรรมชาติในการดับกลิ่นปาก และวิธีการใช้

คนที่	ชื่อ-สกุล	สิ่งที่ใช้	วิธีการใช้
1	แม่ทองสี ปักเกระกา	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
2	แม่ไข ประกอบแสง	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
3	แม่วิไล ปักเขมัง	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
4	แม่ชู วงศรีดา	เกลือ	แปรงฟัน
5	แม่นาง ปักเกระเก	ถ่าน	แปรงฟัน
6	แม่วิง จันทมาล์	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
7	แม่ทองมา ปักเกโส	เกลือ	แปรงฟัน
8	พ่อธรรม ปักการะนัง	เกลือ	แปรงฟัน
9	แม่เกิง หอมคำพัก	เกลือ	แปรงฟัน
10	พ่อดองคำ สงวน	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
11	แม่ลุน ปาปะไกร	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
12	พ่อหนูจัน ปักเกโส	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
13	พ่อทวน ปองไป	ถ่าน	แปรงฟัน
14	แม่จวน เวพุวรรณ	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
15	แม่น้อย ปักเกเต	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
16	พ่อนิจ ปักเกเต	เกลือ	แปรงฟัน
17	แม่ทองคำ ประทาทะสี	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
18	แม่รวย ปักโกทะกัง	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
19	แม่น้อย ปักกะโส	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
20	แม่นาง ศรีวรรณะ	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
21	แม่ทิน บุญกันหา	ใบสะระแหน่	เคี้ยว

22	พ่อเสาร์ สะหาร	ก้านข่อย	แปรงฟัน
23	แม่อ้อ มูลณี	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
24	แม่จ่อย แสนประเสริฐ	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
25	แม่แสง ปักเกโส	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
26	แม่ขี พิมโพ	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
27	แม่มะลิซ้อน ปาปะไกร	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
28	แม่โต๊ะ ปักโกมัง	ใบสะระแหน่	เคี้ยว
29	แม่หนู ปักกะทานัง	ใบฝรั่ง	เคี้ยว
30	แม่ชื่น บุญกันหา	เกลือ	แปรงฟัน

ตารางที่ 2 ร้อยละของสารธรรมชาติที่ใช้ในการดับกลิ่น

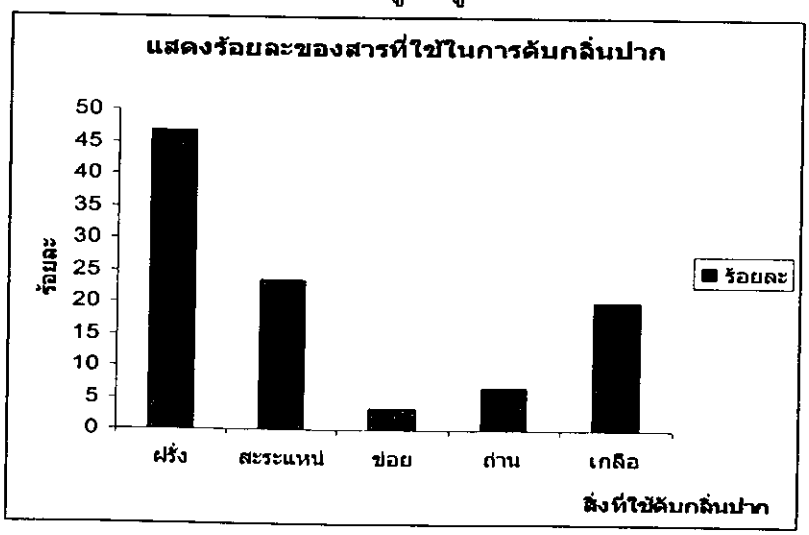
สารที่ใช้ดับกลิ่น	จำนวนที่ใช้ (คน)	คิดเป็นร้อยละ
1. ใบฝรั่ง	14	46.67
2. ใบสะระแหน่	7	23.33
3. ใบข่อย	1	3.33
4. ถ่าน	2	6.67
5. เกลือ	6	20.00
รวม	30	100.00

หมายเหตุ การคิดร้อยละ ทำดังนี้

ร้อยละของผู้ใช้ในฝรั่ง = จำนวนผู้ใช้ใบฝรั่ง/ จำนวนคนทั้งหมด x 100

= 14/30 x 100 = 46.67

จากผลการสำรวจ สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟได้ดังนี้



9. สรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจการใช้สารดับกลิ่นปากของชาวบ้าน บ้านโนนจาน ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม พบว่าชาวบ้านใช้พืช 3 ชนิดในการดับกลิ่นปาก ได้แก่ ฝรั่ง สะระแหน่ และข่อย โดยใช้ใบฝรั่งในการดับกลิ่นปากมากที่สุด (ร้อยละ 46.67) รองลงมา คือ ใบสะระแหน่ (ร้อยละ 23.33) นอกจากนี้ชาวบ้านยังมีการใช้เกลือ และถ่าน ในการดับกลิ่นปากด้วย

วิธีการในการดับกลิ่นปาก ใช้วิธีการเคี้ยว และการแปรง โดยฝรั่ง และสะระแหน่ จะเคี้ยวส่วนที่เป็นใบ ส่วนเกลือ ถ่าน และก้านข่อย จะใช้วิธีการแปรง (สีฟัน)

จากข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้ใบฝรั่งและสะระแหน่ในการดับกลิ่นปาก จึงควรทำการศึกษาประสิทธิภาพของการดับกลิ่นปากของพืชทั้งสองชนิดต่อไป

กลุ่มสาธารณูปโภค

1 เรื่อง การสำรวจวิธีการซักผ้าโดยใช้พืชสมุนไพร

2 สมาชิก เด็กหญิงอัญชนา สุดใจ ด.ญ. วาสนา สุขแรง
เด็กหญิงกิตติมา ชื่นมงคล เด็กหญิงน้ำนิ่ง เนื่องแน่น
เด็กหญิงนัชชา แก้วดำ เด็กชาย อัญญา มงใจ

3 วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาว่าชาวบ้านในชุมชนมีวิธีการใช้พืชสมุนไพรอย่างไรในการซักผ้า

4 ความสำคัญ

ในแต่ละวันคนเราจะต้องใส่เสื้อผ้าไม่ต่ำกว่าวันละ 2 ชุด โดยเฉพาะเด็ก ๆ เพราะเสื้อผ้าของเราสกปรกง่าย เมื่อเราทำงานที่เกี่ยวกับสิ่งสกปรก ดังนั้นจึงมีวิธีการซักผ้าที่จะสิ่งสกปรกโดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติอย่างไรในการซักผ้า

5 สถานที่สำรวจ

บ้านป่าขาด บ้านหนองตุ บ้านแวงน้อย บ้านจำปา และบ้านสะแกราช
บ้านสร้างขา บ้านเกวียนปักษ์ วัดหนองบัวสำราญ

6 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

กระดาษ ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด

7 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานและกำหนดระยะเวลาในการศึกษาดังนี้

กิจกรรม	ระยะเวลา	หมายเหตุ
1 กำหนดหัวข้อในการศึกษาและวางแผนการศึกษา	1 วัน	
2 สอบถามชาวบ้าน และบันทึกผล	1 วัน	ตลอดสัปดาห์
3 วิเคราะห์ผลการสำรวจ	1 สัปดาห์	
บันทึกในตาราง ตามหัวข้อที่ได้ และเขียนการ์ด		
4 เสนอผล และเขียนรายงาน	1 สัปดาห์	
5 ส่งรายงาน และนำเสนองาน		

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1 สอบถามชาวบ้าน จำนวน 30 คน ว่าคนในสมัยก่อนใช้อะไรขัดหน้า ทานใช้สิ่งใด เป็นวัตถุดิบและมีวิธีการอย่างไร สอบถามในวันที่ 11-12 กุมภาพันธ์ 2548

2 จัดทำแบบสอบถาม

3 นำจำนวนคนที่ใช้สารปะเภทต่างกัน และค่าเฉลี่ยของการใช้สารแต่ละประเภท เปรียบเทียบในตาราง และนำไปวิเคราะห์ในรูปกราฟ

4 สรุปผลการดำเนินงาน

กลุ่มสตรีทอผ้าบ้านหนองกี่

(ตารางแสดงการสำรวจการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการย้อมผ้า)

คนที่	ชื่อ - สกุล	ยี่ห้อที่ใช้	วิธีการใช้
1	แม่ใจ [illegible]	หนามแท้ง	ใช้ต้มกับน้ำ
2	แม่พัด [illegible]	หนามแท้ง	ทุบแช่น้ำ
3	แม่ [illegible]	หนามแท้ง	ทุบแช่น้ำ
4	แม่ [illegible]	หนามแท้ง	ทุบแช่ก่อนย้อมผ้า
5	แม่จันทร์ [illegible]	หนามแท้ง	ทุบแช่ก่อนย้อมผ้า
6	นางคำฝน ดวงเรือง	หนามแท้ง	ทุบแช่เมื่อย้อมผ้า
7	ทองสี ไชยหาโภชน์	หนามแท้ง	ทุบแช่เมื่อย้อมผ้า
8	แม่ออน ดวงเรือง	หนามแท้ง	ทุบแช่เมื่อย้อมผ้า
9	พ่อหนู ไชยหาโภชน์	หนามแท้ง	ทุบแช่เมื่อย้อมผ้า
10	แม่สี ดวงฝัน	ก้านหิน	ใช้ก้านหินทุบแช่ก่อนย้อมผ้า

กลุ่มสเตอร์เบอรี่แก๊ง

(ตารางแสดงผลการสำรวจการใช้สารจากธรรมชาติในการซักผ้า)

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สิ่งที่ใช้	วิธีการใช้
11	สิน ประภาวะนิง	ผงซักฟอก	เอามาซักผ้า
12	วงเดือน ประภาวะนิง	ผงซักฟอก	เอาเมล็ดมาซักผ้า
13	สักมา โนนทอง	ผงซักฟอก	ซักผ้า
14	ผ่องใส คานอย	ผงซักฟอก	เอามาขูดซักผ้า
15	ทองเพียร ประภาวะนิง	ผงซักฟอก	เอาเมล็ดมาขูดกับน้ำ
16	พรใจ ดอง คนาทิพย์	ผงซักฟอก	เอาผงมาถูผ้าที่จะซัก
17	หมายชายชัย คนาทิพย์	ผงซักฟอก	เอามาซักผ้า
18	หมายใจ โพนพนัวยบ่อ	ผงซักฟอก	ตำให้ละเอียดมาซักผ้า
19	หมายใจ กานะศรีบัวคำ	ผงซักฟอก	ทับเอาเมล็ดแล้วเอามาซักผ้า
20	หมายรายรัตน์ มีสัตย์	ผงซักฟอก	เอามาซักผ้า

กลุ่ม อาชีพที่ 1 กลุ่ม

(ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์จากการใช้ความรู้ภูมิปัญญาชาวบ้านในการชักน้ำ)

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สิ่งที่ใช้	วิธีการใช้
1	นาย ผ่าน ชนันธ์	ก้านมะพร้าว	ใช้ก้านมะพร้าวชักน้ำ
2	นาง พรน แก้วสว่างดา	หนามแท่ง	ทุบแช่เสี่ยน้ำ
3	นาย ธ ธ แก้วสว่างดา	หนามแท่ง	ทุบแช่ก้นเสี่ยน้ำ
4	นางไพพรรณ ชำนาญเพ็ง	หนามแท่ง	ทุบแช่ก้นเสี่ยน้ำ
5	นาย ธงชัย ชำนาญเพ็ง	ก้านมะพร้าว	ใช้ก้านมะพร้าวชักน้ำใส่น้ำ
1	แม่ พนู ประสิระกา	หนามแท่ง	ทำหาดูก่นเสี้ยน้ำ
2	นาย ม่านฟ้า ไชยเสริม	หนามแท่ง	ทำมาตำแล้วชักน้ำ
3	แม่ เสาร์ ขุนทะโชว	หนามแท่ง	ทำแหล็กมาชักน้ำ
4	แม่ สีดา ขุนทะโชว	หนามแท่ง	ทำมาชักน้ำ
5	พ่อ สิงห์ ทนนท์	หนามแท่ง	ทำมาตำแล้วชักน้ำ
6	นาย ดำรัส ขุนทะโชว	หนามแท่ง	ทำมาทุกก่นเสี้ยน้ำ

ตารางแสดงร้อยละของสารเคมีที่ใช้ในการซักผ้า

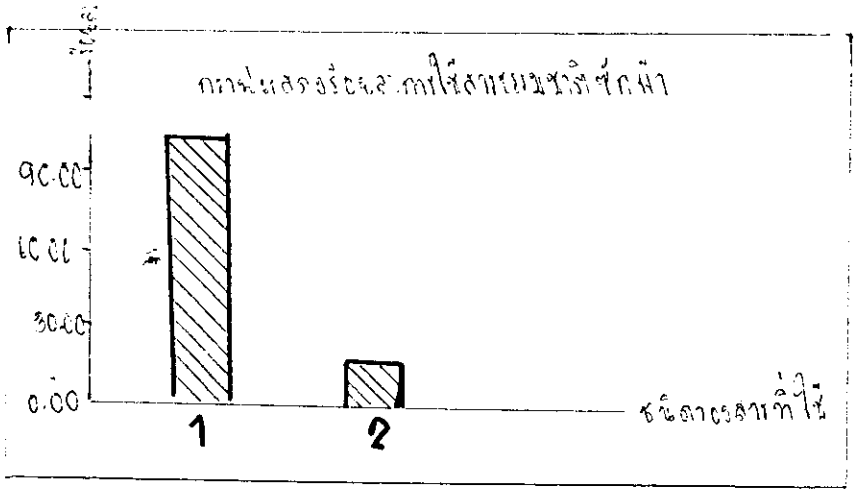
สารที่ใช้ซักผ้า	จำนวนที่ใช้ คน	คิดเป็นร้อยละ
1 ขนานแท้	28	93.3
2 ก็อนนิน	2	6.6
รวม	30	100.00

ตามตารางข้างต้น การคิดร้อยละทำได้ดังนี้

ร้อยละของผู้ใช้ขนานแท้ = จำนวนผู้ใช้ขนานแท้ / จำนวนคนทั้งหมด x 100

= 28/30 x 100 = 93.3

จากผลสำรวจ สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟได้ดังนี้



1 = ขนานแท้

2 = ก็อนนิน

๑ สรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจการใช้สารซักผ้าของชาวบ้านป่าขาม บ้านหนองบ้านแวงหมอ บ้านป่าขาม และบ้านระแกว พบว่าชาวบ้านใช้สาร 2 ชนิดในการซักผ้า ได้แก่ ขนานแท้ และก็อนนิน โดยนิยมใช้ขนานแท้ซักผ้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.3 รองลงมาใช้ก็อนนินร้อยละ 6.6

วิธีการใช้คือ ใช้ขนานแท้ขูดแช่ในน้ำอุ่นก่อนซักผ้า ส่วนก็อนนินนำมาผสมน้ำ

จากข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้ขนานแท้ซักผ้ามากที่สุด จึงควรศึกษาประสิทธิภาพของขนานแท้ในการซักผ้าต่อไป

กิจกรรมการออกแบบการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ

วิธีการ

1. **กำหนดหัวข้อในการศึกษาและวัตถุประสงค์** จากกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การไปสัมภาษณ์ผู้รู้ในหมู่บ้าน การทดลองในชั้นเรียน และการศึกษาสำรวจ ให้สมาชิกในกลุ่มอภิปรายและตกลงว่าในกลุ่มของท่านจะทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องอะไร กำหนดวัตถุประสงค์แล้วออกแบบการทดลอง (คร่าว ๆ)

2. **กำหนดหัวข้อที่ควรต้องศึกษา** ให้พิจารณาว่า ถ้านักเรียนจะทำการศึกษาค้นคว้าดังกล่าว ควรจะรู้เรื่องอะไรบ้าง เช่น ถ้าทดลองเกี่ยวกับเรื่อง การทำน้ำยาดับกลิ่นปากจากสารธรรมชาติและหาประสิทธิภาพการดับกลิ่นปาก ซึ่งในการทดลองดังกล่าวใช้ ใบฝรั่ง ใบสะระแหน่ เป็นวัตถุดิบ เรื่องที่ควรจะรู้ ได้แก่

สาเหตุการเกิดกลิ่นปาก

วิธีการกำจัดกลิ่นปาก

ชื่อวิทยาศาสตร์ และลักษณะทั่วไปของ ฝรั่ง สะระแหน่

ประโยชน์หรือสรรพคุณของพืชดังกล่าว เป็นต้น

3. **เขียนแผนการศึกษา** ลงในกระดาษ เอ-4 อาจจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

- ชื่อเรื่อง
- วัตถุประสงค์ (อาจมีมากกว่า 1 ข้อ และอาจกำหนดการศึกษาทดลองเป็นตอน ๆ เช่น ตอนที่ 1 การผลิต.... ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพ ตอนที่ 3.... เป็นต้น
- สมมติฐาน (อาจมีมากกว่า 1 ข้อ)
- ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม (ถ้ามี)
- วัสดุ อุปกรณ์ และสารที่ใช้ (เขียนอย่างละเอียด)
- แผนการศึกษาสำรวจ เป็นการกำหนดระยะเวลาในการศึกษาในแต่ละขั้น
- วิธีการดำเนินการ (ทดลอง) (อย่างละเอียด)

(กำหนดหัวข้อที่ควรศึกษา (ข้อ 2) และแผนการศึกษาทดลอง (ข้อ 3) วันถัดไป แล้วให้นักเรียนตกลงกับอาจารย์ว่าจะเตรียมวัสดุอุปกรณ์อะไรมาบ้าง)

หมายเหตุ

เมื่อทำการทดลอง บันทึกผลการทดลองเสร็จแล้ว ให้จัดกระทำข้อมูลเช่น เขียนหาค่าร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปกราฟ หรือตาราง หรือเขียนบรรยาย และศึกษาเอกสารเพิ่มเติมเพื่อสรุปผลการทดลอง

สอบแบบที่ 1 แก้ไข

เรื่อง ประสิทธิภาพของสารซักผ้าจากธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1 เพื่อ

สมมติฐาน คือสารสกัดจากเมล็ดมะขามเข้าน่าละลายได้ดี

ตัวแปรต้น ชนิดของสารที่ใช้ทดลองละลาย

ตัวแปรตาม ความสามารถของน้ำที่ซัก

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ชนิดของผ้า ปริมาณน้ำ ปริมาณสาร ความเข้มข้นของน้ำ

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าที่เตรียมไว้ 3 ผืน ผ้าที่เตรียมไว้สิ่งละ 1 ผืน

ผ้าเช็ดโต๊ะ 3 ผืน น้ำสามารถแช่ 5 ช้อน

ผงซักฟอก 5 ช้อน สบู่ซักผ้า 5 ช้อน กะละมัง 3

วิธีการทดลอง

1 เตรียมสารแต่ละชนิดดังนี้ น้ำมะขามสามแก้ว น้ำผงซักฟอก และน้ำสบู่ซักผ้า

2 นำผ้าที่เตรียมไว้ต่างมาแช่ในน้ำแช่ประมาณ 10 นาที

3 หลังจากนั้นนำผ้าไปแช่ในน้ำสารชนิดเดียวกันแช่ไว้ 20 นาที

4 เมื่อซักน้ำไปล้างในอ่างอุ่น ทำการทดลอง

กิจกรรมหลังการทดลองโครงงานวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้แต่ละกลุ่มอภิปรายและพิจารณาข้อบกพร่องจากการทำการทดลองตามหัวข้อที่กำหนดไว้ แล้ววางแผนการศึกษาเพิ่มเติม หรือวางแผนการทดลองอื่นตามที่แต่ละกลุ่มสนใจ

คำชี้แจง ให้แต่ละกลุ่มดำเนินการดังต่อไปนี้

1. แต่ละกลุ่มเขียนวิธีการทดลอง อย่างละเอียด (ตามที่ได้ทำจริง ๆ เมื่อชั่วโมงที่ผ่านมา)
2. บันทึกผลการทดลอง
3. ศึกษาเอกสารประกอบ เพื่อสรุปผลการศึกษา
4. วิเคราะห์ว่าการทดลองมีข้อบกพร่องอย่างไรบ้าง ควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วเขียนเป็นข้อเสนอแนะ ท้ายสรุปผลการทดลอง (แล้วส่งรายงานการทดลองให้อาจารย์)
5. จากผลการทดลองรวมทั้งข้อบกพร่องที่พบ ให้สมาชิกในกลุ่มเลือกประเด็นที่เป็นปัญหาหรือที่สนใจมา 1 ประเด็น แล้ววางแผนการทดลอง (โดยร่างว่าประเด็นดังกล่าวมีสมมติฐานอย่างไร จะทดลองอย่างไร ส่วนนี้ไม่ต้องส่ง)
6. เขียนแผนการทดลอง ในส่วนของส่วนที่1 และ 3 (ใส่กระดาษ เอ-4)

   (ส่วนที่1 บทนำ) ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม แผนการศึกษา/ทดลอง

   (ส่วนที่2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง) (เป็นความรู้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาทดลอง ประมาณ 1 - 2 หน้า โดยสรุปจากเอกสาร บทนี้สามารถเขียนเพิ่มเติมทีหลังได้)

   (ส่วนที่3 วิธีการทดลอง) วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ วิธีการทดลอง

   (ส่วนที่4 ผลการทดลอง) *แนวทางการบันทึกผล* เพื่อทำการทดลองในชั่วโมงถัดไป

   (ส่วนที่5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ)

7. เมื่อเขียนเสร็จให้นำส่งอาจารย์เพื่อตรวจสอบและให้รับฟังข้อเสนอแนะจากครู

คำถามเพื่อประเมินขั้นการศึกษาสำรวจ

นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการวางแผนการศึกษาทดลองตามหัวข้อที่

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าการได้วางแผนการสำรวจและทดลองเอง มีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนต้องการให้ครูช่วยเหลืออะไรบ้างในการวางแผนและการศึกษาทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการทำการสำรวจและศึกษาทดลองตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

5. อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นการศึกษาทดลองมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง ประสิทธิภาพของสารซักผ้า

ความสำคัญ คือ สารหลายชนิดมีประสิทธิภาพ และซักผ้าได้สะอาดขึ้น

วัตถุประสงค์

1 เพื่อวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สมมติฐาน ถ้าสารมีความเข้มข้นมาก ผ้าจะสะอาดขึ้น

ตัวแปรต้น ชนิดของสาร

ตัวแปรตาม ความสะอาดของผ้าที่ซัก

สิ่งที่ต้องควบคุม ชนิดของผ้า ปริมาณน้ำ ปริมาณสารซักผ้า

วัสดุอุปกรณ์

1 ผ้าที่เลอะคราบอาหาร 3 ผืน

2 ผ้าที่เลอะสีผสมอาหาร 3 ผืน

3 ผ้าเช็ดโต๊ะ 3 ผืน

4 ขวดแก้ว กรวยแก้วเล็ก 3 ใบ

5 ผงซักฟอก แสงอาทิตย์ 3 ใบ

6 สบู่เหลว (ซักล้าง) 3 ใบ

7 ก.ล.ม. 3 ใบ

บทคัดย่อ

โดยงานเบื้องต้นประสิทธิภาพของสารสกัดน้ำเป็นโครงงานประเภททดลอง โดยทดลองใช้แอนนาม แห่งมาใช้ในการกำจัดคราบสกปรกชนิดที่ผู้ทดลองได้ทดลองใช้น้ำยาขจัดคราบ ทั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะนำสารธรรมชาติมาทดแทนสารสังเคราะห์ และเพิ่มประโยชน์ในการใช้สมุนไพรในการเพิ่มคุณค่าผลผลิตทางการเกษตร

พบว่าในสัดส่วนน้ำต่อแอนนามเท่ากับทุบแช่น้ำเพื่อกำจัดคราบไขมัน ส่วนเปลือกทำความสะอาดกับคราบเลือด ไขมัน น้ำมันเครื่อง ซึ่งทุกการทดลองมีประสิทธิภาพเท่ากัน เมื่อใช้ร่วมกันกับผงซักฟอกในอัตราส่วนเดียวกัน น้ำยาขจัดคราบสามารถขจัดคราบสกปรกต่างๆ ได้ทุกชนิดโดยใช้เวลาในการซักน้อยกว่าใช้น้ำยาขจัดคราบ

หนามแท่ง

ชื่อพื้นบ้านอีสาน หนามแท่ง

ชื่อทั่วไป เดด

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Catunoregem Spatulifia Tirveng

วงศ์ Rubiaceae

ประเภท ไม้พุ่มขึ้นตามป่าขนาดเล็ก

ลักษณะนิสัย หนามแท่งเป็นไม้พุ่มผลัดใบกึ่งผลัดใบ เป็นทรงกระบอก แตกกิ่งเกือบตามก้านลำต้น กิ่งก้านยาวตั้งตรงมีหนามยาว ชี้ออกประมาณ 5-10 ซม. ออกเป็นคู่ตรงกันข้ามตามข้อ ใบเดี่ยวรูปไข่กลับ ปลายใบมนกลม ขอบใบเรียบทั้งใบ เนื้อใบบาง ใบมี 2 แบบ ลักษณะคล้ายกัน ดอกช่อประยักดอก

ประโยชน์ ผลแก่นำมาทุบใช้ดองน้ำ ทำยาสมานลำไส้ ขับลม และระงับเสมหะ นอกจากนี้ยังเชื่อกันว่าหนามแท่งนั้นใช้เลี้ยงปลาได้ดีด้วย คนอีสานนิยมนำกิ่งมาทำฝาย เชื่อว่าช่วยดักตะกอนทำให้น้ำใสสะอาด ทั้งต้น ช่วยเป็นยาบำรุงโลหิตเป็นยาขาว และโลหิตระดูขาว เช่น มะเร็งในต้น มะเร็งในกระดูก แก้วัณโรค

วิธีทดลอง

1 เตรียมสารแต่ละชนิดลงในหลอดทดลอง ๆ ละ 1 หลอด

2 นำน้ำที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ใส่ในหลอดทดลองที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ประมาณ 5 ml

3 นำกระดาษลิตมัสที่เตรียมไว้ จุ่มลงในสารละลายแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ประมาณ 10 วินาที แล้วนำกระดาษลิตมัสขึ้นมาวางบนกระจกนาฬิกาทีละแผ่น

4 สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

5 สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผล

ชนิดของน้ำ	น้ำขนมแห้ง	น้ำยาซักแห้ง	น้ำสบู่เหลว
กระดาษลิตมัส	น้ำเงิน	มีสีชมพูแดงเล็กน้อย	น้ำเงิน
	เขียวอมน้ำเงิน	เขียวอมน้ำเงิน	ม่วง
กระดาษลิตมัส	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน
	เขียวอมน้ำเงิน	เขียวอมน้ำเงิน	ม่วง
กระดาษยูนิเวอร์ซัล	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน
โทน	ม่วง	ม่วง	ม่วง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสารซักผ้าที่ซักผ้าได้สะอาดที่สุดคือ สบู่เหลวมาดีเบียมเท่ากัน และสุดท้ายคือ ผงซักฟอกที่มีขายในปัจจุบัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะสบู่มีความเป็นเบสมากจึงสามารถทำให้ผ้าขาวสะอาด สามารถเท่ากันมีความเป็นเบสใกล้เคียงกัน แต่ไม่มาก เท่ากันสบู่ อัดเม็ดสบู่จึงมีประสิทธิภาพในการซักผ้าทำความสะอาด

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการวางแผนการศึกษาทดลองตามหัวข้อที่สนใจ

1. ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
2. ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์
3. ได้ฝึกทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. ได้รู้จักการตั้งชื่อตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม

ได้เรียนรู้การตัดสินใจทำโครงงานที่สนใจ ได้ลงมือทำด้วยตนเอง ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ทำให้เข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ ได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น

ได้เรียนรู้การตั้งชื่อตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม

ได้ใช้ความรู้ความคิด และประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ในห้อง และได้ความรู้ใหม่ ๆ

2. นักเรียนคิดว่าการได้วางแผนการสำรวจและทดลองเอง มีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

ข้อดี 1 ทำให้เราเข้าใจความรู้มากขึ้น

2 ทำให้เราได้ลงมือทำด้วยตัวเอง

3 ทำให้เราได้รู้จักช่วยเหลือกันมากขึ้น

ข้อเสีย 1 และการจดบันทึกไม่ครบถ้วนแน่นอน

2 ขาดอุปกรณ์การทดลองบางอย่างไป ทำให้การทดลองไม่ได้ผลตามที่วางไว้

3. ทำให้เสียเวลาในการทดลองมาก

ข้อดี สามารถศึกษาและแก้ไขได้ว่าอันไหนทำอย่างไรจนถึงสำเร็จ ด้วยวิธีไหน

ข้อเสีย ถ้าแก้ไขแล้วยังไม่ถูกก็จะทำให้เสียเวลา

ผลดี 1. ทำให้เข้าใจได้รู้จักการทำงานร่วมกับคนอื่นมากขึ้น

2. รู้จักศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

ผลเสีย 1. เสียเวลาในการทำงานมากไป

2. เหนื่อยในการทดลองมาก

ข้อดี คือได้แก้ไขได้ด้วยตนเอง ได้ลงมือทำด้วยตนเองจริงๆ ได้ใช้ความคิดของตนเองในการทำ

ข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการทำนาน

ข้อดี คือ ได้รู้จักการมีส่วนร่วมอย่างไร ได้รู้จักประสบการณ์ ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ได้รู้จักคิดวิเคราะห์ ช่วยหาข้อสรุปและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง

ข้อเสีย คือ เสียเวลาในการทำงานมาก บางครั้งผลการทดลองไม่ตรงตามที่คาดไว้ และการจดบันทึกไม่ครบถ้วน ไม่ค่อยรู้จักการจัดการกับเวลาในการทำงาน

ข้อดี ทำให้เข้าใจในการทำงานร่วมกับคนอื่น

ข้อเสีย เสียเวลาในการทำงานมาก

3. นักเรียนต้องการให้ครูช่วยเหลืออย่างไรบ้างในการวางแผนและการศึกษาทดลอง

1. ช่วยให้คำปรึกษาเวลาที่มีข้อสงสัย
2. แนะนำวิธีการวางแผนงาน
3. [redacted]การวางแผนงาน

ต้องการให้ครูช่วยแนะนำกลุ่มการทดลองให้ถูกต้องปรุงตรงไหน แก้ตรงไหนบ้าง

อยากให้ช่วย[redacted]ในการทำงาน และขั้นตอนการทำงานต่างๆ และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการทำสีย้อมผ้า เพราะต้องค้นหาข้อมูลที่ถูกใจมาก และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับย้อมผ้าฝ้าย ไหม ถูกต้อง ต่างๆ

[redacted]

[redacted]

อยากให้ครูช่วย[redacted]ในการทำงาน ว่า[redacted]อย่างไร ต้องทำอย่างไร[redacted] ต้องใช้เวลาในการทำนานแค่ไหน ต้องทำอย่างนี้ ต้องหาข้อมูลอย่างไรบ้าง และต้องแก้ไขตรงไหนอย่างไรบ้าง

4. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการทำการสำรวจและศึกษาทดลองตามแผนที่วางไว้

ได้เรียนรู้ว่าในการปฏิบัติงานต้องใช้อย่างไรในการทำงานต่อไป ได้เรียนรู้การทำการทดลองที่เป็นระบบ ขั้นตอน และได้เรียนรู้การจัดทำงานในการศึกษาที่ดีมาก ต่อไปก็จะได้เรียนได้ศึกษาการศึกษาและคิดค้นด้วยตัวเองมากขึ้นได้เรียนรู้เกิดการเรียนรู้และทดลองใช้

5. อุปสรรคและปัญหาที่เกิดในขั้นการศึกษาทดลองมีอะไรบ้าง

การศึกษาทดลอง ปัญหาคือ ปัจจัยไม่ครบรู้ ขาดเครื่องใช้ในการทำการทดลองและศึกษา อุปสรรคในการศึกษาทดลอง คือ ขาดเครื่องในการคำการทดลองที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

ข้อเสนอแนะ อยากมีความรู้ในเพิ่มเติมและได้รู้จักสาระทดลองมากขึ้น

1. การทดแทนที่ดีขึ้น
2. อีกอุปกรณ์ในการทดลองที่ดีขึ้น

กิจกรรมขั้นหาคำอธิบายและลงข้อสรุป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนหาคำอธิบายและสรุปผลการทดลอง

คำชี้แจง

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่แต่ละกลุ่มบันทึกไว้นั้น ให้จัดกระทำข้อมูลโดยจัดกลุ่ม หรือหาความถี่ ร้อยละ เป็นต้น แล้วนำเสนอผลดังกล่าวโดยการเขียนบรรยาย กราฟ หรือตาราง เป็นต้น แล้วศึกษาเอกสารจากสรุปเนื้อหา และหนังสือต่าง ๆ เพื่อสรุปผลการศึกษาสำรวจตามหัวข้อที่แต่ละกลุ่มศึกษา เขียนสรุปผลการทดลอง

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ทดลองทั้งหมด แล้วสรุปผลการศึกษารวมเป็นรายงานส่ง และจัดบอร์ดเพื่อนำเสนอหน้าชั้น

กิจกรรมขั้นขยายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนหาคำอธิบายเพิ่มเติมและแบกเปลี่ยนประสบการณ์ที่แต่ละกลุ่มได้รับ

คำชี้แจง

1.เมื่อแต่ละกลุ่มจัดทำรายงานและบอร์ดเรียบร้อยแล้ว ให้แบ่งหน้าที่กันว่าใครจะเป็นผู้นำเสนอเรื่องอะไรบ้าง แล้วผู้ที่ได้รับมอบหมายนำเสนอให้เพื่อนฟังก่อนนำเสนอหน้าชั้น

2. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรายงานด้วยวาจาหน้าชั้นเรียน และแสดงบอร์ดโครงงานในห้องเรียน

3. นักเรียนกลุ่มอื่นที่ฟังเพื่อนนำเสนอให้หารือกันในกลุ่มเพื่อประเมินให้คะแนนการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม และแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับในแบบบันทึกความรู้ที่ได้จากการฟังการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม

4. แต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทดลองทำโครงงานของตน หรืออภิปรายว่าจะศึกษาเรื่องใดเพิ่มเติมได้บ้าง ตามความสนใจของสมาชิก เมื่อตกลงกันได้แล้วเขียนแนวการศึกษาค้นคว้าส่งครูผู้สอน

บันทึกความรู้ที่ได้จากการฟังการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม

คำชี้แจง

เมื่อนักเรียนฟังเพื่อนสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ รายงานแล้ว ให้แต่ละคนเขียนสรุปใจความสำคัญที่ได้รับลงในกระดาษ

กลุ่มที่ ..... เสนอความรู้ในหัวข้อ.....

ความรู้ที่ข้าพเจ้าได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนฟังเพื่อนสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ รายงานแล้วให้สรุปใจความสำคัญสั้น ๆ

กลุ่มที่ ..5.... หัวข้อเรื่อง สีย้อมจากธรรมชาติ

ความรู้ที่ได้ ชาวบ้านในสมัยก่อนมักจะใช้สีจากธรรมชาติในการย้อมเสื้อผ้ามากกว่าใช้สารเคมี เพราะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ เช่น คราม ประดู่ แต่ในปัจจุบันนิยมใช้สารเคมีสังเคราะห์มากกว่าสีจากธรรมชาติ คือทำให้วิธีการดั้งเดิมการใช้สารธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปและหันไปใช้สารสังเคราะห์ประเภทใหม่ ๆ แทน

กลุ่มที่ ..3.... หัวข้อเรื่อง การถนอมอาหาร

ความรู้ที่ได้ ฟ้าทะลายโจรป้องกันการเกิดจุลินทรีย์ได้ การถนอมอาหารเป็นวิธีพื้นบ้านดั้งเดิม สามารถเก็บอาหารไว้กินได้นาน สมัยก่อนสามารถเก็บรักษาไว้กินนานเดือน นำสะเดาไปต้มแล้วนำไปตากแห้ง การดองผักก็เป็นการถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่ง เช่น ดองผัก ดองผลไม้ การดองในปัจจุบันมีการใช้หัวเชื้อในการดองจะทำให้ได้ผลดีมากขึ้น

กลุ่มที่ ..6.... หัวข้อเรื่อง สมุนไพรกำจัดโรค

ความรู้ที่ได้ ชาวบ้านใช้สะเดากำจัดแมลง 3 ชนิดคือ ใบสะเดา เมล็ดสะเดา ดอกสะเดา นอกจากสะเดาแล้วสามารถใช้ตะไคร้หอมในการกำจัดแมลงได้ โดยวิธีการทางธรรมชาติ

กลุ่มที่ ..1.... หัวข้อเรื่อง สารทำความสะอาด

ความรู้ที่ได้ การใช้สารจากธรรมชาติมาใช้ในการทำความสะอาดเป็นวิธีพื้นบ้านดั้งเดิม ประหยัดค่าใช้จ่าย เช่นใช้มะกรูดในการทำแชมพูสระผม ใช้มะกรูดในการล้างจานขจัดคราบมัน คราบสกปรกได้ดี คนสมัยก่อนใช้สบู่สูตรธรรมชาติ แชมพูสูตรธรรมชาติ น้ำยาล้างจานสูตรธรรมชาติ วิธีการดังกล่าวไม่เป็นอันตรายและไม่ส่งผลกระทบ

กลุ่มที่ ..A.... หัวข้อเรื่อง สีทาไม้

ความรู้ที่ได้ ในสมัยก่อนที่จะมีสีสังเคราะห์ เราใช้สารธรรมชาติในการทาสีไม้ คือ ยางรักและประดู่ เพราะเป็นวิธีการทางธรรมชาติที่ประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่มีสารพิษ คือ ไม่ผสม ไม่ใช้ น้ำยางรักและประดู่มาสกัดเอาสีโดยการต้ม ไม้ประดู่ที่สกัดสีได้มีความคงทนมากกว่า ส่วนยางรักมีความเข้มข้น คงทนมากกว่าสีของประดู่

กิจกรรมขั้นประเมินผลและการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินว่านักเรียนสามารถวางแผนการศึกษาค้นคว้าได้

การวางแผนการศึกษาค้นคว้า

คำชี้แจง

ให้เรียนกำหนดหัวข้อหรือประเด็นที่ต้องการวางแผนศึกษา แล้วเขียนแผนการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

ชื่อเรื่อง

วัตถุประสงค์

สมมติฐาน

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

สิ่งที่ต้องควบคุม

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

แผนการศึกษา

แนวทางการศึกษาต่อในอนาคต

ชื่อ ด.ญ. อัญชนา สุดใจ โรงเรียน ง้าวบาวิทยาคม กลุ่ม สตงเนอร์แก้ง

ชื่อเรื่อง ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด ของผงซักฟอก [illegible]

วัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของถ้วยชาม

สมมติฐาน สารสกัดจากพืชชนิด ก ทำให้ทำความสะอาดได้ดีกว่าสารสกัดชนิด ข

ตัวแปรต้น ชนิดของสารที่สกัดจากพืชชนิด ก และ ข

ตัวแปรตาม ความสะอาดของถ้วยชาม

สิ่งที่ต้องควบคุม ปริมาณของสาร ถ้วยชาม

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1 สารสกัดจากพืชชนิด ก และ ข

2 ถ้วย และชาม

แผนการศึกษา

กิจกรรม	เวลา	หมายเหตุ
1) คิดชื่อเรื่อง	1 วัน	
2) ศึกษาจากแหล่งข้อมูล	1 วัน	
3) สอบถามความช่วยเหลือ	2 วัน	เสาร์-อาทิตย์
4) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์	1 วัน	
5) ทดลอง สรุปผลการทดลอง	2 ชั่วโมง	

วิธีทดลอง

1 ทำสารสกัดจากพืชชนิด ก และ ข มาผสมกับสารทำความสะอาด

2 เปื่อยผสมกับเวียนบ่อยทำมาทดสอบโดยการล้างด้วยวาน

3 ล้างออกด้วยน้ำสะอาด แช่ไว้แป๊บ

4 ตรวจดูความสะอาด ดูว่าสารสกัดจากพืชชนิด ก และ ข อย่างไหน ทำความสะอาดได้ดีกว่ากัน

5 บันทึกผลการทดลอง สรุป

สารสกัดจากพืช	ความสะอาด
ชนิด ก	
ชนิด ข	

ข้อเสนอแนะ

ต่อไปจะศึกษาโครงสร้างเกี่ยวกับการทำเปลือกไม้ทำด้วยอย่างไร

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในด้านความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ได้รู้ว่าที่ธรรมชาติมีประโยชน์กับเรา เช่น เราสามารถทำความสะอาดร่างกาย เราสามารถทำเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เป็นยากำจัดศัตรูพืช ใส่แมลงหรือยุง ทาสีไม้ เป็นต้น เราสามารถใช้พืชในธรรมชาติได้

สามารถนำมาดัดแปลงต่างๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ถ้านำมาแต่ประโยชน์แก่เราทั้งนั้น เช่น ตะกร้าสามารถนำมาดัดแปลงทำที่ใส่ไม้ได้

1 ได้รู้ว่าใช้อะไรเป็นตัวในการซักผ้าให้สะอาด
2 ได้รู้ว่าใช้สีตามธรรมชาติได้
3 ได้รู้ว่าในการย้อมแห้งใช้อะไรในการย้อม
4 ได้รู้ว่าในการย้อมผ้าใช้ระยะเวลาอะไรในการย้อม

ใช้ในการทำเครื่องสำอางได้ เช่น สามารถนำดอกไม้มาทำน้ำหอมได้ และสามารถนำดอกไม้มาทำยาได้ เช่น ดอกดาวเรือง ดอกคำฝอย ใช้รักษาอาการต่างๆ ของผู้ป่วยหลังคลอดได้ ดีมากๆ

ได้รู้ว่า ชาวบ้านสมัยก่อนใช้อะไรในการย้อมสี ดำ ฉัดยุง หรือรักษาโรค

2. นักเรียนได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านเนื้อหา) อะไรบ้าง ยกตัวอย่าง

1. การทดลองอย่าง ๒. การทดลอง

รู้จัก ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้รู้หลักการ

ทางวิทยาศาสตร์ที่บอกว่า สังเกต

ตั้งสมมติฐาน ทดลอง

เช่น การสังเกตุดูของต่างๆ มีการหยดน้ำหมึกแรด-เมย

และใช้สีการเปลี่ยนค่า pH และสิ่งต่างๆ อีกมากมาย

1 ได้รู้จักตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

2 ได้รู้จักการนำกระดาษ-เมย์

3. นักเรียนได้เรียนรู้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง ยกตัวอย่าง

ได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ทำโครงงานเอง

เทคนิคการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ต้องอ่านมาก

ทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกต่างๆ

1 เทคนิคการทำสมุด

2 เทคนิคการใช้สารในการทำสารไล่ยุง

ตอบ กางมุ้งก็ดีครับผม

4. นักเรียนได้เรียนรู้หรือได้ประสบการณ์อื่นอีกบ้าง (เขียนใส่ด้านหลังเพิ่มได้)

1. ได้เรียนรู้เรื่องความสามัคคีในกลุ่ม
2. รู้จักหารูปแบบอาหาร
3. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่
4. รู้จักการแบ่งปันกับผู้อื่น

ได้ฝึกประสบการณ์ในการศึกษาหาความรู้และการทำรายงานตามความสนใจ ประสบการณ์การได้ทดลองเอง ได้ใช้ความรู้ที่มีมาช่วยในการทำงาน และได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มเติม

ประสบการณ์ที่ได้ คือ ได้รู้จักการทำงานอย่างมีระบบ หรือที่เราไม่เคยทำก็ได้ลองทำ ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ

ประสบการณ์ที่ได้คือ ได้รู้จักการทำงานอย่างมีระบบ ไม่เคยรู้ก็ได้รู้ ไม่เคยทำก็ได้ทำ

ได้เรียนรู้วิธีการนำเสนอรายงานโดยการทำเป็นนิทรรศการ ได้รู้จักการแบ่งหน้าที่การทำงาน และมีประสบการณ์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

แบบทดสอบสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน"

จำนวน 50 ข้อ เวลา 60 นาที

****

คำชี้แจง

1. แบบแบบทดสอบสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้–ความเข้าใจ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ บางข้ออาจง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป

3. จงเลือกตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน ☐ ของตัวเลือกนั้น

ตัวอย่าง : ข้อใดเป็นสีที่สกัดได้จากแก่นขนุน

ก. สีเขียว ข. สีเหลือง

ค. สีแดง ง. สีน้ำตาล

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบหลังจากทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ของตัวเลือกใดบนกระดาษคำตอบแล้ว ให้นักเรียนขีดเส้นคู่ = ทับเครื่องหมาย X ของคำตอบเดิมแล้วทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่ต้องการใหม่

ตัวอย่าง : กรณีที่เปลี่ยนคำตอบจาก ก เป็น ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		X	

5. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ ให้ทดลงในกระดาษคำตอบ

6. ถ้ามีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบ

7. ให้ส่งกระดาษคำตอบและข้อสอบคืนทั้งหมด

ข้อที่ 1 ในการทำแชมพูสูตรสมุนไพร วิธีใดที่เหมาะสมในแยกสารออกจาก มะกรูด มะคำดีควาย หรือพืชชนิดอื่น

ก. ทุบแช่น้ำแล้วกรอง ค. ละลายด้วยเฮกเซน

ข. ละลายด้วยแอลกอฮอล์ ง. ต้มในน้ำร้อนแล้วกรอง

ข้อที่ 2 วิชุดาทำสบู่สูตรธรรมชาติใช้เอง ถ้าต้องการเปรียบเทียบคุณภาพในการถนอมผิวหน้าของสบู่ โดยทดลองใช้สบู่ดังกล่าวล้างแก้มด้านซ้าย และใช้สบู่ที่ซื้อมาล้างแก้มด้านขวา สมมติฐานในการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร

ก. สบู่ทำเองใช้ได้ถูกใจกว่าสบู่ที่ซื้อ

ข. สบู่ทำเองมีฟองน้อยกว่าสบู่ที่ซื้อ

ค. สบู่ทำเองใช้ประหยัดกว่าสบู่ที่ซื้อ

ง. สบู่ทำเองทำให้ผิวเนียนกว่าสบู่ที่ซื้อ

ข้อที่ 3 ถ้านำพืชที่ใช้ในการปรุงรสเปรี้ยวมาละลายน้ำเล็กน้อย แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส จะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. กระดาษลิตมัสสีแดงไม่เปลี่ยนสี

ข. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินไม่เปลี่ยนสี

ค. กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากแดงเป็นสีน้ำเงิน

ง. กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง

ข้อที่ 4 สมจิตจัดกลุ่มพืชเป็นสามกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย กระเจี๊ยบแดง คำแสด อัญชัน

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผักติ้ว ยอดมะกอก ผักกูด

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย มะกรูด แมงลัก ขะแยง

สมจิตมีเกณฑ์อย่างไรในการจัดกลุ่มพืช (ตามลำดับ)

ก. พืชที่ใช้แต่งสี และรส

ข. พืชที่ใช้แต่งรส และกลิ่น

ค. พืชที่ใช้แต่งสี รส และ กลิ่น

ง. พืชที่ใช้แต่งสี กลิ่น และ รส

ข้อที่ 5 อาการบวมอักเสบสามารถรักษาได้ด้วยสมุนไพรรสเผ็ด ถ้าวิชัยประสบอุบัติเหตุที่ข้อเท้าจนเกิดอาการบวม จะใช้สารสกัดจากสมุนไพรใดมาผสมขี้ผึ้งเพื่อลดอาการบวม

ก. พริก ค. ว่านหางจระเข้

ข. ใบบัวบก ง. หญ้าหนวดแมว

ข้อที่ 6 ในการเตรียมสีจากพืชวิธีการใดที่ใช้ในการแยกของเหลวจากวัตถุดิบที่เป็นของแข็ง

ก. กลั่น ค. กรอง

ข. สกัด ง. ระเหยแห้ง

ข้อที่ 7 ข้อใดเป็นสัตว์ที่นำมาสกัดสีธรรมชาติได้

ก. ครั่ง ค. สะแบง

ข. หูกวาง ง. เพกา (ลิ้นฟ้า)

ข้อที่ 8 สมควรเป็นโรคงูสวัดซึ่งไม่มียาที่ใช้ในการรักษาโดยตรง เขาได้รับคำแนะนำว่าให้ใช้เถาของมะระขี้นก หรือรากไมยราพมาสกัดใช้ทาก็จะหายได้ วิธีการในข้อใดที่จะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการสกัดตัวยาและการรักษาโรคดังกล่าว

ก. ใช้ทั้งราก ต้มในน้ำร้อน ค. ใช้ทั้งราก แช่ในเหล้าขาว

ข. บดให้ละเอียด ต้มในน้ำร้อน ง. บดให้ละเอียด แช่ในเหล้าขาว

ข้อที่ 9 รากพืชชนิดหนึ่งพบว่ามีสมบัติในการชักล้าง วิธีการใดที่สามารถช่วยให้สารที่อยู่ในรากออกมาอยู่ในน้ำได้มากที่สุด

ก. แช่น้ำทั้งราก

ข. ทุบรากให้ละเอียดแล้วแช่น้ำ

ค. นำรากมาหั่นเป็นท่อน ๆ แช่น้ำ

ง. ลอกเปลือกรากออกแล้วแช่ทั้งท่อน

ข้อที่ 10 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใดที่<u>ไม่ได้</u>ใช้กระบวนการหมัก

ก. ปลาส้ม ค. กุ้งจ่อม (ส้มกุ้ง)

ข. ส้มผักเสี้ยน ง. กระท้อนแช่อิ่ม

ข้อที่ 11 การผลิตสมุนไพรรูปแบบใดที่<u>ไม่ต้องผ่าน</u>การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ก. ยาชง ค. ยาดองเหล้า

ข. ยาต้ม ง. ยาลูกกลอน

ข้อที่ 12 ในการย้อมสีเส้นใยโดยใช้สีจากพืชนิยมเติมสารช่วยติดสี เพื่อให้สีแวววาว สวยงาม ชาวบ้านจะใช้ใบพืช เช่น มะขาม ใบติ้ว เป็นสารช่วยติดสี โดยเติมลงไปในขณะต้มสกัดสีจากพืช ในกรณีดังกล่าวสามารถใช้สารใดแทนได้

ก. สารส้ม ค. เกลือแกง

ข. น้ำส้มสายชู ง. จุนสี (สียายอน)

ข้อที่ 13 ปริมาณสารอาหารในเนื้อปลาร้าที่ทำจากปลา 4 ชนิด มีค่าดังนี้

เนื้อปลา	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)
A	1.7	6.0	14.5	117.5
B	1.9	5.2	10.6	95.2
C	1.4	4.1	7.5	56.1
D	1.7	5.2	13.8	100.5

จากข้อมูลดังกล่าวข้อสรุปใด<u>ถูกต้อง</u>

ก. ปลาร้าที่ทำจากเนื้อปลา C ให้พลังงานเป็นอันดับที่สอง

ข. ปลาร้าที่ทำจากเนื้อปลา A และ D เป็นอาหารหลักที่ให้โปรตีนและพลังงาน

ค. เนื้อปลาร้าที่ทำจากเนื้อปลา A และ B มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกัน

ง. ปลาร้าที่ทำจากเนื้อปลา A ให้ปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่ทำจากเนื้อปลาชนิดอื่น

ข้อที่ 14 สมบัติในข้อใดของ ชะพลู ตะไคร้หอม มะกรูด โหระพา ที่ช่วยในการป้องกันและกำจัดแมลง

ก. กลิ่นจากน้ำมันหอมระเหย

ข. ความสามารถในการละลายน้ำ

ค. การง่ายต่อการสกัดด้วยการกลั่น

ง. ความสามารถในการละลายแอลกอฮอล์

ข้อที่ 15 สารสกัดที่ใช้กำจัดแมลงจากพืชในข้อใดที่<u>ไม่ได้</u> มาจากส่วนดอก

ก. ดาวเรือง ค. ไพรีทรัม

ข. ผกากรอง ง. ไหลแดง (โล่ติ้น)

ข้อที่ 16 ไรไก่สามารถไล่หรือกำจัดโดยใช้พืชที่มีน้ำมันหอมระเหย พืชต่อไปนี้ข้อใดมีประสิทธิภาพในการไล่ไรไก่<u>น้อยที่สุด</u>

ก. ฟาง ค. ตะไคร้

ข. แมงลักป่า ง. กะเพราขาว

ข้อที่ 17 สบู่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโซดาไฟกับไขมันหรือน้ำมัน ถ้าต้องการทำสบู่โดย *ไม่ใช้โซดาไฟ* อาจจะใช้สารใดแทน

ก. น้ำขี้เถ้า ค. น้ำมันงา

ข. น้ำมันมะพร้าว ง. น้ำที่สกัดจากพืช

ข้อที่ 18 ถ้าต้องการศึกษาว่าตัวยาที่ใช้รับประทานชนิดหนึ่งละลายได้ดีในตัวทำละลายใด ควรออกแบบการทดลองโดยจัดสภาพสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกันยกเว้นสิ่งใด

ก. ชนิดของสมุนไพร ค. ปริมาณสมุนไพร

ค. ชนิดของตัวละลาย ง. ปริมาณของตัวละลาย

ข้อที่ 19 สับปะรดมีเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่ย่อยคราบสกปรกบางชนิดได้ ถ้านำเหง้าสับปะรดมาบดให้เป็นผงมาละลายน้ำแล้วแช่เพื่อทำความสะอาดสิ่งสกปรก ปรากฏผลดังนี้

ปริมาณเหง้าสับปะรดที่ใช้ (kg)	ประสิทธิภาพ
0.5	ผ้าที่ซักขาว มีรอยหมองคล้ำเล็กน้อย
1.0	ผ้าที่ซักขาว มีรอยหมองคล้ำเล็กน้อย
1.5	ผ้าที่ซักขาว ไม่มีรอยหมองคล้ำ
2.0	ผ้าที่ซักขาว ไม่มีรอยหมองคล้ำ

ในการเตรียมน้ำยาซักผ้าจากเหง้าสับปะรดไว้ใช้งาน ควรใช้ปริมาณเท่าใด

ก. 0.5 kg ค. 1.5 kg

ข. 1.0 kg ง. 2.0 kg

ข้อที่ 20 วิชัยเตรียมน้ำยาล้างจานด้วยวิธีการดังนี้

1. เผาเปลือกแห้งของกล้วยน้ำว้า
2. ชั่งสารที่ได้จากการเผา 50, 100, 150, 200 และ 250 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 5 ใบ ตามลำดับ
3. เติมน้ำบีกเกอร์ละ 200 cm^3 เก็บไว้หนึ่งคืนแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง
4. เติมน้ำมันมะกอกบีกเกอร์ละ 10 cm^3 แล้วนำไปเคี่ยว 10 นาที ตั้งไว้ให้เย็น
5. ใส่น้ำ 3 cm^3 ในหลอดทดลองขนาดกลาง 5 หลอด หยดน้ำมันพืชลงไปหลอดละ 5 หยด
6. เติมสารที่สกัดได้จากข้อ 4) ลงไป หลอดละ 1 cm^3 เขย่า สังเกตและเปรียบเทียบผลที่ได้

จากวิธีการของวิชัยต้องการตอบสอบคำถามข้อใด

ก. สารที่ได้จากการเผาเปลือกกล้วยชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดไขมันดีที่สุด

ข. ปริมาณของน้ำมันมะกอกเท่าใดที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดไขมันดีที่สุด

ค. ความเข้มข้นใดของสารที่ได้จากการเผาเปลือกกล้วยให้ประสิทธิภาพการกำจัดไขมันดีที่สุด

ง. การเตรียมสบู่จากสารที่ได้จากการเผาเปลือกกล้วยชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดไขมันดีที่สุด

ข้อที่ 21 จากการศึกษาพบว่าถ้าผสมว่านหางจระเข้ในการย้อมสีผ้าฝ้ายจะช่วยรักษาสภาพสีผ้าฝ้ายไว้ดี มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวน้อย ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์กับการย้อมใด

ก. เรยอน เส้นใยสังเคราะห์

ข. ไนลอน เส้นใยโปรตีนสังเคราะห์

ค. ขนสัตว์ เส้นใยโปรตีนจากสัตว์

ง. ผ้าลินิน เส้นใยจากต้นพืชชนิด

ข้อที่ 22 สมศรีทำการทดลองผสมสารทำความสะอาดกับน้ำมันพืช ได้ผลดังตาราง

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่า
เติมน้ำสบู่ทำเอง ในน้ำที่มีน้ำมันพืช	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
เติมน้ำสบู่ที่ซื้อ ในน้ำที่มีน้ำมันพืช	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
เติมสารสกัดจากพืชชนิดหนึ่ง ในน้ำที่มีน้ำมันพืช	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
เติมสารละลายผงซักฟอก ในน้ำที่มีน้ำมันพืช	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

ข้อสรุปใด<u>ถูกต้องที่สุด</u>

ก. น้ำมันพืชละลายน้ำสะอาดเมื่อเขย่า

ข. น้ำมันพืชเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำสะอาดแล้วได้สารละลายขุ่นขาว

ค. สบู่ทำเอง สบู่ที่ซื้อ สารสกัดจากพืชและผงซักฟอก ช่วยทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ

ง. น้ำมันพืชทำให้สบู่ทำเอง สบู่ที่ซื้อ สารสกัดจากพืชและสารละลายผงซักฟอกเกิดการแตกตัว

ข้อที่ 23 สุณีทดลองใช้สารสกัดจากสมุนไพรบางชนิดทาตัวปลาเค็มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการเกิดหนอน ผลปรากฏดังนี้

ชนิดของพืช	จำนวนตัวหนอนที่พบในวันที่			รสชาติปลาเค็ม (คน)	
	หนึ่ง	สอง	สาม	ไม่ขม	ขม
ใบฟ้าทลายโจร	0	0	0	0	5
ใบสะเดา	0	0	0	1	4
ใบมะระขี้นก	0	0	0	3	2
ใบขี้เหล็ก	0	0	0	3	2

จากข้อมูล สุณีควรนำสารสกัดจากใบพืชชนิดใดไปใช้ป้องกันหนอนแมลงวัน

ก. มะระขี้นก ขี้เหล็ก

ข. สะเดา ขี้เหล็ก

ค. ฟ้าทลายโจร ขี้เหล็ก

ง. ฟ้าทลายโจร มะระขี้นก

ข้อที่ 24 วิชัยต้องการเปรียบเทียบสีที่ได้จากการย้อมสารสกัดจากพืชชนิดหนึ่งที่ใช้สารช่วยติดสีต่างชนิดกันจะต้องกำหนดสิ่งใดที่แตกต่างกัน

ก. ชนิดของพืช

ข. ชนิดตัวติดสี

ค. ปริมาณตัวติดสี

ง. ความเข้มข้นสารสกัด

ข้อที่ 25 มุนีไปสอยมะม่วง จึงโดนมดแดงกัดไปทั่วร่างกาย มุนีทราบว่าขมิ้นสามารถรักษาแผลจากแมลงกัดต่อยได้ แต่เขาต้องการทดสอบว่าการใช้ขมิ้นวิธีใดที่มีประสิทธิภาพในการรักษาแผลจากแมลงกัดดีที่สุด เขาจึงทำการทดลองดังนี้

สารที่ใช้		เวลาที่ทำให้แผลหายบวม (นาที)
ขมิ้นผง + น้ำ	ในอัตรา 1 : 1	50
ขมิ้นผง + น้ำมะนาว	ในอัตรา 1 : 1	35
ขมิ้นผง + แอลกอฮอล์	ในอัตรา 1 : 1	30

จากการทดลอง ประสิทธิภาพในการรักษาแผลจากแมลงกัดต่อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด

ก. เวลา ค. ตัวทำละลาย

ข. ความเข้มข้น ง. ชนิดของขมิ้น

ข้อที่ 26 ฝักคูณมีลักษณะยาวและเปลือกแข็ง วิธีใดที่ช่วยให้ได้สารสกัดออกมาจากเนื้อฝักคูณได้<u>มากที่สุด</u>

ก. แช่น้ำทั้งฝัก ค. หักครึ่งแล้วแช่น้ำ

ค. ทุบให้แตกแล้วแช่ ง. หักท่อนยาวหนึ่งนิ้วแล้วแช่

ข้อที่ 27 จากการสำรวจการใช้พืชในการแต่งกลิ่นอาหารชนิดต่าง ๆ ปรากฏผลดังตาราง

พืช	จำนวนคนที่ใช้ในอาหารประเภท			
	แกงอ่อม	ต้มปลา	แกงหน่อไม้	ลาบ
ตะไคร้	12	12	12	2
แมงลัก	11	8	12	0
ขะแยง	3	5	3	0
ผักชีฝรั่ง (หอมเป)	1	6	0	8

จากตารางชาวบ้านใช้ใบแมงลักแต่งกลิ่นอาหารประเภทใด<u>มากที่สุด</u>

ก. อ่อม ค. ต้มปลา

ข. ลาบ ง. แกงหน่อไม้

ข้อที่ 28 ใส่สมุนไพรชนิดหนึ่งที่ละลายน้ำแล้วให้สี ลงบีกเกอร์ ใบละ 10 กรัม เติมน้ำ 50 cm^3 นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 80, 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที การทดลองนี้มีสมมติฐานอย่างไร

ก. สีจากสมุนไพรสกัดได้ดีในน้ำ

ข. น้ำที่อุณหภูมิต่างกันสกัดสีได้เข้มข้นต่างกัน

ค. สมุนไพรที่มีขนาดต่างกันจะให้สีเข้มข้นต่างกัน

ง. เวลาที่ใช้สกัดเท่ากันจะได้สีจากสมุนไพรเข้มข้นเท่ากัน

ข้อที่ 29 สมบัติของสารสกัดจากพืชในการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสปรากฏดังนี้

พืช A ละลายน้ำแล้วเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง

พืช B ละลายน้ำแล้วไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

พืช C ละลายน้ำแล้วเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

พืช D ละลายน้ำแล้วไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

พืชในชนิดใดที่นำมาใช้ในการปรุงอาหารประเภทยำหรือต้มยำแทนมะนาวได้

ก. A ค. B

ข. C ง. D

ข้อที่ 30 สมุนไพรที่มีรสขมจัดจะแปรรูปเพื่อใช้ทำยาได้อย่างไรจึงจะเหมาะสม สะดวกในการเก็บรักษาและช่วยลดความขมขณะรับประทาน

1. ตากแห้ง ต้มรับประทาน
2. ตากแห้ง ดองกับสุรา
3. ตากแห้ง บดเป็นผง ชงกับน้ำร้อน
4. ตากแห้ง บดเป็นผง ปั้นเป็นลูกกลอน
5. ตากแห้ง บดเป็นผง ใส่แคปซูล

ก. วิธีที่ 1, 2 ค. วิธีที่ 3, 4

ข. วิธีที่ 2, 3 ง. วิธีที่ 4, 5

ข้อที่ 31 วิจิตรได้นำส่วนของ เปลือกแห้ง เนื้อไม้แห้ง เปลือกผลแห้ง และเมล็ดแห้ง ของต้นตะบูนมาอย่างละ 20 กรัม ต้มด้วยน้ำร้อน 200 cm^3 นาน 30 นาที กรองน้ำสกัดที่ได้แล้วนำไปย้อมฝ้าย จากการทดลองดังกล่าวต้องการศึกษาสิ่งใด

ก. เส้นใยต่างชนิดกันติดสีสารสกัดได้ต่างกัน

ข. สารสกัดจากพืชสดและพืชแห้ง ให้สีการย้อมต่างกัน

ค. ความเข้มข้นของสารสกัดสีต่างกันให้สีการย้อมต่างกัน

ง. สารสกัดจากส่วนต่างๆ ของพืชชนิดเดียวกันให้สีการย้อมต่างกัน

ข้อที่ 32 ในการสกัดสารขจัดคราบน้ำมันจากใบตำลึง สมจิตนำใบตำลึงมาโขลกให้ละเอียด แล้วบีบเอาเฉพาะส่วนของเหลว พบว่าสารที่สกัดได้มี pH = 7.5 เมื่อนำสารสกัดไปหยดในหลอดทดลองที่มีน้ำมันอยู่แล้วเขย่าจนไม่เห็นคราบน้ำมัน ได้ผลดังนี้

น้ำมัน	จำนวนหยดของสารสกัด
หมู	13
ปาล์ม	8
ถั่วเหลือง	5
รำข้าว	12

จากวิธีการนี้สมจิตต้องการทดสอบสิ่งใด

ก. สารสกัดใบตำลึงขจัดคราบไขมันชนิดใดดี

ข. pH ของสารสกัดมีผลต่อการขจัดคราบไขมัน

ค. ความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อการขจัดคราบไขมัน

ง. ชนิดของสารสกัดที่มีผลต่อการขจัดคราบไขมัน

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 33

จากข้อ 32 สมจิตทดลองต่อโดยการนำสารสกัดใบตำลึงมาผสมน้ำมะกรูดในอัตราส่วนต่าง ๆ แล้วนำไปกำจัดไขมันในหลอดทดลองที่มีน้ำและน้ำมันในจำนวนเท่ากันและบันทึกจำนวนหยดของสารสกัดผสมที่กำจัดไขมันหมดดังนี้

อัตราส่วนสารสกัด : น้ำมะกรูด	จำนวนหยดของสารสกัดผสม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1 : 1	8	7	7
1 : 2	7	6	8
1 : 3	4	4	3
1 : 4	5	7	6

ข้อที่ 33 ถ้าน้ำมันพืชจำนวนมากกระเด็นใส่เสื้อนักเรียน ควรจะใช้สารสกัดตำลึงกับน้ำมะกรูดในอัตราส่วนใดในการทำความสะอาด

ก. 1 : 1 ค. 1 : 2

ข. 1 : 3 ง. 1 : 4

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 34-35

วสันต์ ได้ทดลองย้อมผ้าชนิดต่าง ๆ โดยใช้สารสกัดจากต้นกล้วย ปรากฏผลดังตาราง

ชนิดของผ้า	ความเข้มของสีที่ได้		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ฝ้าย	3	3	2
สำลี	6	6	5
เรยอน	1	1	1
ไนลอน	4	5	5

6 = เข้ม
5 = โทนเข้ม
4 = ปานกลาง
3 = อ่อน
2 = โทนอ่อน
1 = ไม่ติด

(จาก วสันต์ กะอาด และคนอื่น ๆ. (2541). *สีย้อมผ้าจากยางกล้วย.* โครงงานวิทยาศาสตร์ฯ หน้า 18.)

ข้อที่ 34 ผ้าชนิดใดติดสีจากสารสกัดจากต้นกล้วยได้ดีที่สุด

ก. สำลี ฝ้าย
ข. ฝ้าย เรยอน
ค. สำลี ไนลอน
ง. ฝ้าย ไนลอน

ข้อที่ 35 จากการทดลองย้อมผ้าด้วยสารสกัดจากต้นกล้วย สรุปได้ว่าอย่างไร

ก. การย้อมแต่ละครั้งจะให้สีเข้มเท่ากัน
ข. เวลาที่ใช้ในการย้อมมีผลต่อการติดสี
ค. ความเข้มข้นของสารสกัดสีมีผลต่อการติดสี
ง. ผ้าแต่ละชนิดติดสีสารสกัดยางกล้วยได้ต่างกัน

ข้อที่ 36 จากข้อมูลข้างต้น ถ้าต้องการตัดเสื้อที่มี<u>**สีโทนอ่อน**</u>ควรทำอย่างไร

ก. ผ้าสำลี
ข. ผ้าฝ้าย
ค. ผ้าไนลอน
ง. ผ้าเรยอน

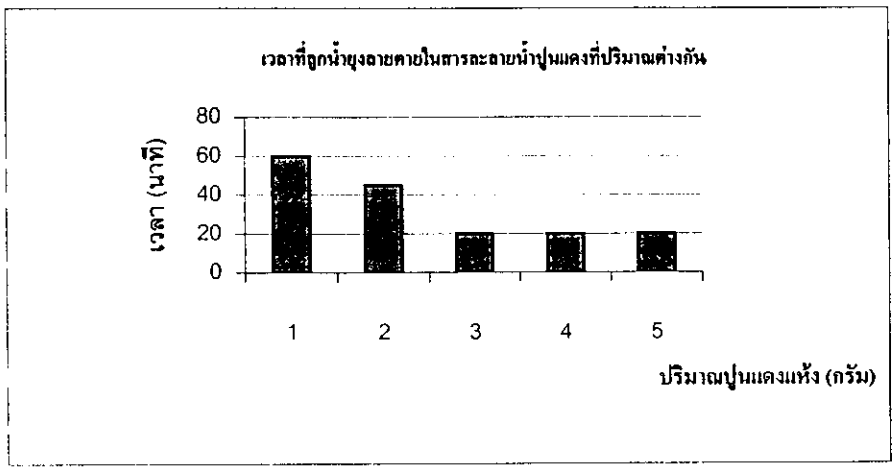
ข้อที่ 37 สิ่งสกปรกประเภทต่าง ๆ สามารถละลายได้ดังต่อไปนี้

สิ่งสกปรก	การละลาย
A	ละลายได้ดีในน้ำ
B	แอลกอฮอล์
C	น้ำด่าง
D	น้ำมัน

ถ้าสิ่งสกปรก D จำนวนมากติดเสื้อ ควรจะเช็ดด้วยสารใดก่อนนำไปซัก

ก. น้ำชา
ข. น้ำมันพืช
ค. เหล้าขาว
ง. น้ำมะนาว

ข้อที่ 38 สมชายทดลองหาความเข้มข้นของปูนแดงแห้งที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย โดยเลี้ยงลูกน้ำยุง 10 ตัวในขวดที่มีน้ำ 100 cm^3 จำนวน 5 ชุด เมื่อนำปูนแดงแห้งหนัก 1, 2, 3, 4, 5 กรัม มาห่อผ้าขาวบางแล้วจุ่มลงในแต่ละขวดตามลำดับ จับเวลาที่ลูกน้ำยุงลายตายหมด ปรากฏผลดังกราฟ



ถ้าต้องการใช้ปูนแดงแห้งเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย ปริมาณปูนแดงแห้งที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงและใช้ปริมาณสารน้อยที่สุดคือกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 2
ข. 3
ค. 4
ง. 5

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 39-40

สมศรีทำผักดอง (ส้มผัก) โดยคั้นผักชนิดหนึ่งกับเกลือแล้วแบ่งเป็นสามส่วนและดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ขวดที่ 1 เติมน้ำสะอาด 100 cm^3
   ขวดที่ 2 เติมน้ำแช่ข้าว 100 cm^3
   ขวดที่ 3 เติมน้ำมะพร้าวอ่อน 100 cm^3
2) ปิดฝาทุกขวดแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง แบ่งผักดองแต่ละขวดมาชิมทุกวันจนครบ 5 วัน

ข้อที่ 39 สมศรีต้องการทดสอบสิ่งใด

ก. อุณหภูมิมีผลต่อการดองผัก

ข. สารชนิดใดมีผลต่อการดองผัก

ค. ชนิดของผักมีผลต่อการดองผัก

ง. ความเข้มข้นของเกลือมีผลต่อการดองผัก

ข้อที่ 40 ถ้าต้องการเปรียบเทียบสภาพความเป็นกรดของผักดองที่เติมน้ำสะอาด น้ำแช่ข้าว และน้ำมะพร้าว ควรตรวจสอบหาสมบัติในข้อใด

ก. ค่า pH ของน้ำผักดอง

ข. ปริมาณน้ำตาลในผักดอง

ค. สีที่เปลี่ยนแปลงของผักดอง

ง. ปริมาณแบคทีเรียในน้ำผักดอง

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 41-42

คุณค่าทางอาหารของผักพื้นบ้านบางชนิด จากส่วนที่กินได้ 100 g ปรากฏผลดังนี้

ชนิด	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)
กระโดน	51	3.7	0.3	8.4	1.3	3	3
ใบย่านาง	95	5.6	0.9	16.1	7.9	155	11
มะระขี้นก	17	1.2	0.4	2.2	1.2	3	5
หน่อไม้	28	2.5	0.3	5.3	1.2	17	47
ผักหนาม	18	2.1	0.2	2	0.8	14	11

(ที่มา กองโภชนาการ กรมอนามัย. www.learning.cmri.ac.th/project/table/table.html)

ข้อที่ 41 จากข้อมูลพืชชนิดใดที่ให้พลังงานใกล้เคียงกัน

ก. กระโดน และ ย่านาง

ข. มะระขี้นก และ หน่อไม้

ค. หน่อไม้ และ ผักหนาม

ง. มะระขี้นก และ ผักหนาม

ข้อที่ 42 จากข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผักพื้นบ้าน ใบย่านางให้ธาตุใดที่แตกต่างจากพืชชนิดอื่นมาก

ก. เหล็ก และ ฟอสฟอรัส

ข. เหล็ก และ แคลเซียม

ค. แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส

ง. เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส

ข้อที่ 43 สารชนิดต่าง ๆ มีสมบัติการละลายดังนี้

สาร	น้ำร้อน	แอลกอฮอล์	กรด	ด่าง
A	×	√	×	×
B	×	×	×	√
C	√	×	×	×
D	×	×	√	×

× = ไม่ละลาย √ = ละลาย

พืชชนิดหนึ่งมีสาร A เป็นองค์ประกอบหลักและสามารถรักษาโรคชนิดหนึ่งได้ ถ้าจะสกัดสาร A ให้ได้<u>มากที่สุด</u>ควรใช้วิธีใด

ก. นำมาแช่น้ำดื่ม

ข. ทำเป็นยาดองเหล้า

ค. นำมาผสมน้ำผึ้งดื่ม

ง. ทำเป็นยาหม้อต้มน้ำ

ข้อที่ 44 จากข้อมูลในตาราง

ร้อยละของน้ำส่าเหล้า	ร้อยละของหอยที่ตาย
0	6.7
5	40
10	83.3
15	96.6
20	100
25	100
30	100

(วิภาวี วันเพ็ญ และคนอื่น ๆ (2542). *น้ำส่าเหล้ากำจัดหอยเชอรี่*. โครงงานวิทยาศาสตร์. หน้า 14).

ถ้าต้องการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวให้<u>มีประสิทธิภาพสูงสุดและใช้เวลาน้อยที่สุด</u> ควรเติมน้ำส่าเหล้าคิดเป็นร้อยละเท่าใด ของปริมาณน้ำในนา

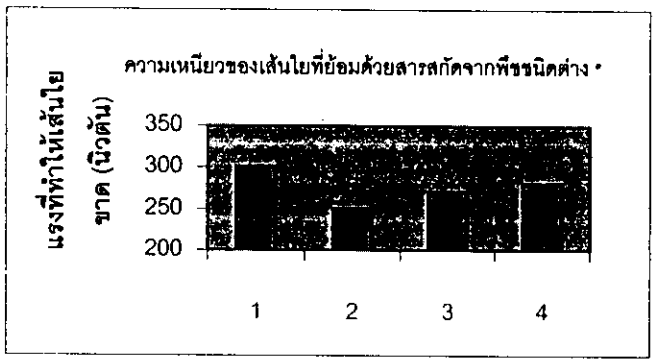
ก. ร้อยละ 5

ข. ร้อยละ 10

ค. ร้อยละ 20

ง. ร้อยละ 30

ข้อที่ 45 สมชายต้องการทดลองตรวจสอบความเหนียวของแหที่ย้อมจากการใช้ เปลือกประดู่ , เปลือกมังคุด, ดอกคำแสด และ ผลหมาก โดยการวัดปริมาณแรงที่ทำให้เส้นใยขาด พบว่าสารสกัดแต่ละชนิดและแรงที่ทำให้เส้นใยขาดปรากฏดังกราฟ



1 = เปลือกประดู่
2 = เปลือกมังคุด
3 = ดอกคำแสด
4 = ผลหมาก

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าแหที่ย้อมด้วยสารสกัดจากพืชชนิดใดมีความเหนียวที่สุด

ก ผลหมาก

ข. ดอกคำแสด

ค. เปลือกมังคุด

ง. เปลือกประดู่

ข้อที่ 46 วิชิตศึกษาประสิทธิภาพของพืชชนิดหนึ่งในการกำจัดปลวก โดยดำเนินการดังนี้

1) นำใบสดของพืช มา 3 กรัม บดให้ละเอียดใส่ในภาชนะ ปิดฝา
2) ละลายน้ำ 1 ลิตร แช่ไว้ 1 คืน
3) นำของเหลวที่ได้แต่ละถังไปฉีดพ่นปลวก
4) ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใช้ใบสดตากแห้ง และใบร่วงแทนใบสด

จากการทดลองของวิชิตเพื่อต้องการทราบว่าพืชชนิดนี้มีประสิทธิภาพการกำจัดปลวกสูงที่สุดเมื่อใด สิ่งที่เขา<u>ต้องเปลี่ยนแปลงไม่ให้เหมือนกัน</u>คือข้อใด

ก. วิธีการฉีดพ่น

ข. ชิ้นส่วนของพืชที่ใช้

ค. ความเข้มข้นของสารสกัด

ง. ขนาดภาชนะที่ใช้ทดลองหาประสิทธิภาพ

ข้อที่ 47 จากข้อ 46) ถ้าวิชิตทำการทดลองต่อโดยการนำใบพืชแห้งที่ร่วงมาบดละเอียด ชั่งใส่ในถังพลาสติกที่มีน้ำ 1 ลิตร โดยใช้สารจำนวน 1, 3, 5, และ 8 กรัม ตามลำดับ แช่สารไว้หนึ่งคืนแล้วนำสารสกัดที่ได้ไปฉีดพ่นปลวก แสดงว่าวิชิตต้องการทราบว่าสิ่งใด

ก. วิธีการสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดปลวก

ข. เวลาที่ในการสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดปลวก

ค. ชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดปลวก

ง. ความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดปลวก

ข้อที่ 48 บุญมาทำการทดลองโดย แช่เมล็ดวัชพืชไว้หนึ่งคืน

1) เพาะบนกระดาษชำระในกล่องพลาสติกแล้วรดน้ำ

2) วันที่สองเลือกเมล็ดวัชพืชที่มีรากยาว 0.2 เซนติเมตรมาใส่ในกล่องพลาสติก 4 ใบ ใบละ 5 เมล็ด ทำเครื่องหมาย 4 ขีดเท่า ๆ กัน จากปลายราก แล้วนำเมล็ดวางไว้ที่เดิม

3) รดด้วยสารสกัดจากกะเพราเข้มข้น 10, 20, 30, 40 เปอร์เซ็นต์ ลงกล่องแต่ละใบ ตามลำดับ

4) วัดความยาวในแต่ละช่วง บันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ควรตั้งสมมติฐานอย่างไร

ก. แสงมีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช

ข. ชนิดของสารสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช

ค. ความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช

ง. เวลาที่ใช้ในการสกัดสารมีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช

49. จากสมมติฐานที่ว่า "ความเข้มข้นของสารสกัดพืชสมุนไพร มีผลต่อการกำจักลูกน้ำยุง" ในการตรวจสอบสมมติฐานนี้จะออกแบบการทดลองตามข้อใด

ก. สารสกัดจากพืชชนิดเดียวกัน ปริมาณสารที่ใช้สกัดเท่ากัน

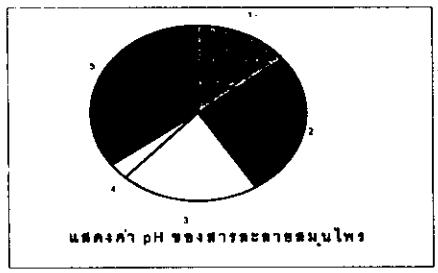
ข. สารสกัดจากพืชชนิดเดียวกัน ปริมาณสารที่ใช้สกัดต่างกัน

ค. สารสกัดจากพืชคนละชนิด ความเข้มข้นตัวทำละลายเท่ากัน

ง. สารสกัดจากพืชคนละชนิด ความเข้มข้นตัวทำละลายต่างกัน

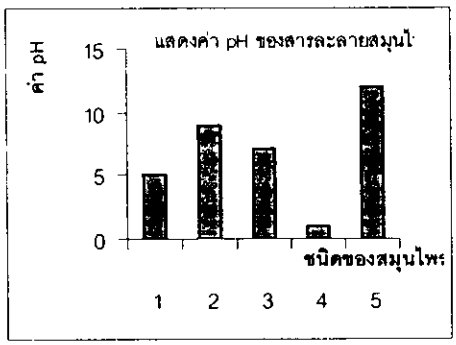
ข้อที่ 50 สมศรีควรนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟอย่างไรจึงจะ<u>เหมาะสมที่สุด</u>

ก.

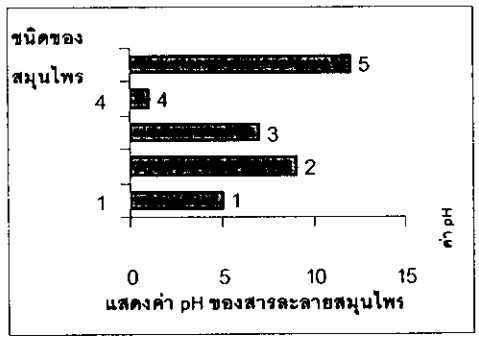


ข.

ค.



ง.



5.4 การประชุมครูที่ร่วมวิจัยเพื่อเตรียมความพร้อม

การประชุมเชิงปฏิบัติการ "แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน"

จัด ณ ห้องประชุมศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม

วันที่ 14 กันยายน 2546

เวลา	กิจกรรม
08.00-08.30 น.	ลงทะเบียนรับเอกสาร
08.30-09.00 น.	พิธีเปิด
09.00-10.00 น.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว Inquiry Cycle: แนวการจัด บทบาทครู บทบาทผู้เรียน และการประเมินผล การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน *โดย ดร.ปรีชาญ เดชศรี* ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
10.00-10.15 น.	รับประทานอาหารว่าง
10.15-12.00 น.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว Inquiry Cycle: แนวการจัด บทบาทครู บทบาทผู้เรียน และการประเมินผล (ต่อ) *โดย ดร.ปรีชาญ เดชศรี*
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-16.00 น.	-เสนอผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น ของโรงเรียนดงใหญ่วิทยาคม รัชมังคลาภิเษก โดย อาจารย์นุชรา สิงห์ชัย -ชี้แจงและพิจารณาหลักการ คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม 14 กันยายน 2546

ที่	ชื่อ	สกุล	โรงเรียน
1	นางสาวนุชรา	สิงห์ไชย	ดงใหญ่วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก
2	นางลำดวน	ศรีสารคาม	ยางวิทยาคม
3	นายสุรพงศ์	วาลมูลตรี	ขามป้อมพิทยาคม
4	นางศิราณี	วาลมูลตรี	ขามป้อมพิทยาคม
5	นายชุติวัติ	นิติวรากุล	งัวบาวิทยาคม
6	นางวิลาวัลย์	นิติวรากุล	งัวบาวิทยาคม
7	นายพัฒนพงษ์	จันทร์สว่าง	มิตรภาพ
8	นาวสาวอาทิตา	ดวงดีทิพย์	มิตรภาพ
9	นางเนตรชนก	จันทร์สว่าง	ผู้วิจัย

ผลที่ได้รับ

1. ครูที่ร่วมการประชุมทราบแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ เกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะ แนวทางในการปฏิบัติของครู และแนวการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

2. ครูที่ร่วมการประชุมได้รับฟัง ข้อดี และอุปสรรค ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง *สารเคมีในชีวิตประจำวัน* โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น จากครูที่ได้ทำสอนจริง (โรงเรียนดงใหญ่วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก)

3. ครูที่ร่วมการประชุมได้ร่วมพิจารณาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับเอกสารหลักสูตรรายวิชา สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น ใน หลักการ คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวปฏิบัติสำหรับครู และนักเรียน แนวการประเมินผลแต่ละกิจกรรม

5.5 บันทึกประจำวันของครูที่ร่วมวิจัย

เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น

โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
6 มค. 2547	สอบก่อนเรียน	
พุธที่ 7 มค. 2547	- ออกสัมภาษณ์ชาวบ้าน	- นักเรียนล่วงไปแต่ละคนใจรอบสาม/ห้อง ชาวบ้านต่างๆ
คาบ 1-2	- นักเรียนกำหนดกลุ่มกัน	เดินไปเป็นกลุ่ม
	เอา	- นักเรียนสนใจในการซักถามชาวบ้านเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่นมาก
		ชาวบ้านมีความยินดีที่นักเรียนซักถาม
		- ขายอินทร์ นอกจากตอบคำถามเพื่อให้นักเรียนไป
		เดินดูสวนไพรตัวเอง
		- ตอนนี้ทำความรู้ที่ได้ไม่ละเอียดนัก นักเรียนพัฒนาการพูด
		ให้ฟังยังไม่ชัดเจนเป็นสาเหตุของสิ่งแวดล้อมอย่างมาก.
พุธที่ 7 ม.ค 2547	- นำเสนอความรู้ที่ได้จาก	- การรายงานจดทุกเรื่องที่ตาม ส่วนใหญ่จะซ้ำกัน
คาบ 5	การไปสัมภาษณ์	กลุ่มต่างๆ ไม่เลือกประเด็นการจด
	- แบ่งกลุ่ม และเลือกหัวข้อ	- พิจารณางานส่วนใหญ่จะเกิดจากการเลาะมันทึกที่เขียน
	ในการศึกษา	- เสียงไม่ค่อยดังชัดเจน
		- เพื่อนในชั้นเรียนคุยกันเสียงค่อยข้างดัง แม้บางส่วน
		จะสนใจฟัง
		- นักเรียนเลือกหัวข้อในการศึกษาซ้ำๆ กัน แม้จะไม่เหมือน
		๑ ทีเดียว บางกลุ่มต่างกันใช้เรื่องที่ไม่ต่างกัน
		- กลุ่มที่นำตัวอย่างแสดงให้ดูบ้าง นอกจากใช้บรรยาย
		จากเพื่อนสัมภาษณ์ ที่ชุมชนไพรตัวเอง
อังคารที่ 13 ม.ค 47	- ศึกษาทดลองเตรียมสาร	- นักเรียนศึกษาทดลองตามกิจกรรมของตนโดยศึกษา
คาบ 3-4	ของตัว	จากกิจกรรมทดลองแต่ละกลุ่ม
	(ทดสอบ pH และการสกัด)	- นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจกิจกรรมทดลอง ครูต้องเดิน
		อธิบายและสาธิตการทดลองบางช่วง
		- นักเรียนทดลองได้ไม่ทันจดจำระบันทึกผลการทดลอง
		อย่างไร เมื่อดูจากท้องถิ่นก็สามารถศึกษาเป็นการได้
		- สรุปผลการทดลอง

บันทึกข้อคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น
โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
พุธที่ 16 ม.ค. 47	สรุปผลการทดลองการหาค่า	- นักเรียนยังไม่เข้าใจการวาดกราฟ และสรุปผล
คาบ 1	pH และ สเกล	- นักเรียนยังสับสนกับการหาค่าความเข้มข้น และการทำ
	ศึกษาเอกสาร และทบทวนความรู้	ขนาดต้องแปร
	ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา	
	(รายบุคคล)	
พฤหัสที่ 18 ม.ค. 47	ทำการทดลองหาอัตรา	- นักเรียนช่วยกันทำการทดลองอย่างสนุกสนาน
คาบ 5-6	การออกแบบการทดลอง	- นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการทดลองด้วยตัวเองได้
	ซักถาม ตอบปัญหาข้อสงสัย	แต่พอสรุปได้ ของบางกลุ่มที่สรุปมาได้
	ต่างๆกัน	- นักเรียนไม่ค่อยได้ศึกษาความรู้ในการ ศึกษาเอกสาร
	- ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เพิ่มเติม ช่วงสั้นๆ แต่ละกลุ่มจะมีนักเรียน 1-2 คนที่ทำ
	ยกตัวอย่างแต่ละกลุ่ม	ตนที่ในหน้าที่ของตน
วันพุธที่ 19 ม.ค. 47	- สรุปผลการทดลองหาอัตรา	- นักเรียนบางกลุ่มไม่นำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปผลตาม
คาบ 3-4	การออกแบบการทดลอง	ที่ในหัวข้อที่ครูให้ทำเลย
	- เขียนรายงาน	- นักเรียนส่วนใหญ่ทดลองได้ภายในเวลาที่กำหนด และมีการ
		ตัวแปรยังไม่ถูกต้อง ครูต้องเดินอธิบายทีละกลุ่ม
		- กลุ่มที่ 5 มีผลการทดลองที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก
		นักเรียนไม่แน่ใจว่าที่ตนทำถูกต้องหรือไม่
		- สรุปตอบคำถามการหาค่าร้อย ๙ นักเรียนเขียนกราฟได้
		- บางกลุ่มไม่สรุปผลการทดลอง
พฤหัสที่ 21 ม.ค. 47	- กระบวนการศึกษาค้นคว้า	- ครูที่สอนในนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและอภิปรายกันใน
คาบที่ 1	ของนักวิทยาศาสตร์	กลุ่มครูสรุปให้ฟัง แต่ให้นักเรียนทดลองมาใหม่
		ครบทุกคน 2 ชุดต่อกลุ่ม คนที่ไม่ได้ศึกษาเอกสารศึกษา จึงไม่
		เข้าใจเรื่องราวเท่าที่ควร

บันทึกข้อคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น
โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
พฤหัสฯ ๒๑ ม.ค. ๕๗	- สอบถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน	- เป็นครั้งแรกที่ได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนตอบคำถาม
คาบที่ 3-4	สมติฐาน และตัวแปร	ตามหลักขั้นเรียนได้ดีขึ้น
	- สอบถามสมมติฐาน และตัวแปร	- ครูแนะนำ สอบสมมติฐานที่ได้ต่อนักเรียนยังคง
	(รายบุคคล)	มีความสับสน เช่น ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตามสมมติฐาน
	- ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับกิจกรรม	- นักเรียนบางคนไม่ศึกษาหาความรู้มาก่อนเรียน ทำให้ไม่ทราบว่าจะทำอะไร
	แก้ปัญหา ตอบคำถาม	- นักเรียนแบ่งกันศึกษาเพื่อหาคำตอบได้เอง
	(รายบุคคล)	- นักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น ครูต้องเป็นผู้ตั้งคำถามเอง
		(ไม่กลุ่ม 4 คน)
อังคาร ๒๔ ม.ค. ๕๗	- กิจกรรมการสำรวจ	- นักเรียนสามารถวางแผนได้ดีขึ้นมาก จากตัวอย่างที่ครูเรียน
คาบ 3-4	(เขียนแผนการสำรวจตาม	ตามปกติ
	ใบงาน)	- นักเรียนบางกลุ่ม (5) ยังสงสัยอยู่มาก ต้องแนะนำเป็นรายกลุ่ม
		จากกลุ่มนี้ต้องนำกลุ่มไปมา และตอบปัญหาอยู่ตลอดเวลา
		ครูต้องอธิบาย และให้กลุ่มนี้ดูวางแผน กลุ่มนี้ทำได้
		หลังเพื่อนอื่นไม่เข้าใจ
จันทร์ที่ ๒๗ ม.ค. ๕๗	- อภิปรายผลการสำรวจ	- บางกลุ่ม (กลุ่ม 3, 4, 8) ยังไม่มีข้อมูลมาครบ (ลืม) บางกลุ่ม
คาบ 5-6	บันทึกผลรวบรวมหาค่าเฉลี่ย	ใบงานยังทำมาไม่เสร็จ บางกลุ่มนั่งเขียนผลการทดลอง (กลุ่ม 9)
	เขียนกราฟ และสรุปผลการ	บางกลุ่มมานั่งลอกผลการทดลองสายไหม่ ทำให้เสียเวลา
	สำรวจ	- ครูแนะนำการหาค่าเฉลี่ย และการเขียนกราฟ นักเรียน
	- เขียนรายงาน	สามารถคิดและเขียนกราฟได้
อังคาร ๒๗ ก.พ. ๕๗	- เทคนิคการนำเสนอผลการ	- นักเรียนเขียนรายงาน และสรุปผลการสำรวจโดยเรียบร้อย
คาบ 3-4.	สำรวจหน้าชั้น	จากตัวอย่างโดยปรับให้เหมาะสมเรียบร้อย ทำตามหลักการสำรวจได้ดีขึ้น
	- นำเสนอผลการสำรวจ	กลุ่มเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
	- วางแผนการทดลองตามหัว	- ครูวางแผนการทดลองไม่ดี ระบุตัวแปรต้นไม่ได้เรื่อง
	ข้อที่กลุ่มสนใจ	จากการทดลองนักเรียนยังไม่เข้าใจการทดลองเรื่องเปรียบเทียบ
		ตอบคำถามไม่ตรงกับที่ครูต้องการ ครูต้องแนะนำ การทดลองนักเรียนต้อง
		ใช้เวลานาน เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะการทำการทดลอง
		ครูต้องให้คำแนะนำตลอดเวลา ทำให้ครูเหนื่อยมาก กลุ่มสนุกมาก ไม่ค่อย

บันทึกข้อคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น
โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
		ชุมนุมพรรณไม้เพลิน
		- นักเรียนไม่ค่อยสนใจกัน นั่งหน้ากลุ่ม คิดเป็นของตน
		อาจารย์แค่เข้ามาเอา
สัปดาห์ที่ ๑๗ ๑๙ ๒๑	- ศึกษาเอกสารและเตรียมแผน	- บางกลุ่มแทบไม่ได้ศึกษาความรู้จากเอกสารที่ส่งมาประกอบ
ตามที่ ๑	การทดลอง (ต่อ)	การทำแผนการทดลอง ทำให้การทดลองไม่ราบรื่นเท่าที่ควร
	- ปรับแผนการทดลอง	- สิ่งที่การทดลองครั้งไม่ราบรื่นเท่าที่ควร ไม่ระบุปริมาณสารที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม
	- เสนอแผนการทดลอง	ดองดูว่า
	- แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำ	- เมื่ออาจารย์ให้คำแนะนำแล้ว บางกลุ่มสามารถเข้าใจ
	อุปกรณ์ในการทดลอง	สิ่งที่ขาดไม่ราบรื่นเท่าที่ควร แต่บางกลุ่มยังเหลือเวลา
		ทดลองก็มีปัญหาเหมือนเดิม
		- นักเรียนไม่ได้ใช้ความรู้ที่ได้มาใช้ประกอบ เช่น
		การหาค่า pH ลืมบันทึกผลสารที่ทำความรู้จักกับ
		- นักเรียนแบ่งงานกันไม่เอา
สัปดาห์ที่ ๒๑ ๒๓ ๒๕	- ทดลองตามหัวข้อที่กำหนด	- บางกลุ่มประมาณร้อยละ 50 ไม่ได้นำอุปกรณ์มา หรือนำมา
ตาม ๑ - ๔		แต่ยังไม่พอในสภาพที่จะทดลองได้ ครูจึงหาเพิ่มเติมให้
		เพื่อให้สามารถทดลองได้พร้อมกับกลุ่มอื่น
		- กลุ่ม ๑ ไม่เตรียมสารก่อนตามแผนที่วางแผนไว้ แต่ก็
		ทดลองได้ทันตามกำหนด
		- หากสังเกตการทดลอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้สอบถาม
		ตามจริงเสียที่แท้จริงจากชาวบ้าน จึงทดลองขั้นตอน เช่น
		การต้มน้ำฝาย ไม่แช่น้ำก่อนต้ม
		- บางกลุ่มทดลองได้เอง บางกลุ่มครูให้คำแนะนำให้ความ
		ช่วยเหลือ จะสอบถามจากครูก่อนว่าจะทำอะไรก่อน หลังจากนั้นจึงลง
		สู่การทดลองเอง
		- บางกลุ่มทดลองเสร็จเร็ว แล้วไปเดินดูผลงานช่วยกลุ่มอื่น ซึ่งเป็น
		การแลกเปลี่ยนการทดลอง บางกลุ่มจะเขียนผลและดูกันเสียก่อน
		แลกเปลี่ยนกลุ่มอื่น

บันทึกข้อคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น
โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
พุธที่ 11 ก.พ. 47	- ศึกษาเอกสารเพื่อหาสื่อ	- ข้อมูลที่นักเรียนบันทึกส่งในชั่วโมงเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ
	ชิ้นงาน	บอกบางคุณลักษณะที่สังเกตพบ ซึ่งไม่ได้มีการกำหนดประเด็นข้อมูล
	- วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล	- กลุ่มที่ 4 และ 5 ซึ่งควรจะเป็นที่ทดลองได้ทุกครั้งเพื่อศึกษา
	การทดลอง	ตามท้องเรื่อง (ทดลองตามลงทุนท้องถิ่น และแสดงผลที่ได้ไม่
	- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	และเขียนอธิบาย) แต่ไม่ได้บันทึก เป็นผลให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน
	- [illegible]	
อังคารที่ 16 ก.พ. 47	- นำข้อบกพร่องจากการทดลอง	- กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ทำการทดลองแล้วได้ได้ผลเหมือนกัน
คาบ 3-4	- ศึกษาเอกสารเพื่อวางแผน	เปลี่ยนเรื่องใหม่
	การทดลองเพิ่มเติม	- นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกข้อบกพร่องจากการ
	- แบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่ม	ทดลองในครั้งนี้ และการควบคุมตัวแปรได้
	อุปกรณ์	- ควรกลุ่มวางแผนการศึกษาเพิ่มเติมไปได้ดีขึ้นกว่า
		แนะนำว่าเติมได้ผลอย่างไรบ้าง ปรับอย่างไรได้บ้าง ควรจะทด
		ลองอย่างไรได้บ้าง
อังคารที่ 17 ก.พ. 47	หาการทดลอง (ครั้งที่ 2)	- กลุ่ม 3 ดัดแปลงวิธีการทดลองจากโครงงานเดิมมาทำการทดลอง
คาบ 5-6 เปลี่ยน		ซึ่งให้ผลลัพธ์ประเภทที่ในสิ่งแวดล้อมหาได้
คาบกิจกรรมสุขศึกษา		ไม่เหมือนกัน นักเรียนจึงกระตือรือร้นที่ทำให้ผลการทดลองไม่
จากหมู่บ้านไปโรงเรียน		แตกต่างกัน
เรียนเวรงาน.		- นักเรียนชอบการทดลองมากกว่า การวางแผนการทดลอง (เพื่อ)
		ทดลองโดยไม่ระมัดระวัง เช่น ลืมตัวแปรที่ควบคุม หมดสูญ
		เหมือนที่แล้วๆ มา
		- ครูควรให้เวลาในการทดลองอย่างเพียงพอ
		คุณภาพชิ้นงาน ไม่ออก แบบนี้นักเรียนเป็นการวาง
		นางกลุ่มไม่ยากสังเกตุผลต่อเนื่องจะมาดูเพียงครั้งเดียว
		จึงต่อการเรียนผลเชิงคุณภาพ

บันทึกข้อคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง "สารเคมีในชีวิตประจำวัน" ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น
โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

วันที่	กิจกรรมหลัก	ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น
จันทร์ที่ 23 ก.พ. 47	- สรุปผลการทดลอง	- นักเรียนบางกลุ่มเขียนรายงานไม่เรียบร้อย แก้ไขลบลำ
คาบ 3-4	อภิปรายผลการทดลอง	เพิ่ม
อังคารที่ 24 ก.พ. 47	อภิปรายผล (ต่อ)	- เพิ่มเวลาในการอภิปรายผลการทดลองให้มากขึ้น
คาบ 3		
คาบ 5-6	- เตรียมการนำเสนอ	- การนำเสนอ บางกลุ่มมีเพียงตัวแทน (1-2 คน) บางกลุ่ม
	- นำเสนอ	ทุกคนมีส่วน
		- การทำเสียงเปียกลองทำงานยาก นักเรียนไม่ค่อยได้ฝึกทักษะ
		ฟังหูไว้หูเวลาในการเตรียมตัว ทำให้ครูต้องกลับมา
		ดำเนินการเอง.
จันทร์ที่ 1 มี.ค. 47	- สรุปความรู้ที่ได้จากการ	- บางคนยังไม่เข้าใจหลักการเขียนแผนผังก้าง
คาบ 3-4	เรียนรู้ทั้งหมด (รายบุคคล)	- ปล่อยให้ปรึกษากันในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจเพื่อน
	- ประเมินการออกแบบการ	ช่วยกันมากขึ้น บางคนก็ได้ความรู้เพิ่มเติม
	ทดลอง (ในหัวข้อที่เป็นกลุ่ม	- การทำแผนการทดลอง บางครั้งนักเรียนยังไม่เข้าใจ
	ใส่เพิ่มเติมรายบุคคล)	ในขั้นตอนที่ต้องใช้ร่วมกลุ่ม
อังคารที่ 2 มี.ค. 47	- ทบทวนการตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการตั้งสมมติ
คาบ 2	กำหนดตัวแปร	ฐานได้ดีขึ้น แต่ก็ยังมีส่วนน้อยบ้าง นักเรียนบางคน
	- สมมติฐาน	ยังไม่เข้าใจ
	- ออกแบบการทดลอง	
	- ลงมือปฏิบัติ	
พุธที่ 3 มี.ค. 47	สอบปลายภาค.	

VITAE

VITAE

Name: Mrs.Natchanok Jansawang

Date of Birth: December 14, 1964

Place of Birth: 51 Srimingmuang road, Sri Chieng Mai, Nongkai, Thailand

Address: 80/126 Nakornsawan road Muang Mahasarakham, Thailand 44000

Tel 66-4374-2141

Jansawangn@yahoo.com

Educational Background:

2005	Doctoral of Education (Science Education) from Srinakarinwirot University
1991	Master of Education (Science Education) from Srinakarinwirot Maha Sarakham University, Maha Sarakham
1986	Bachelor of Education (Chemistry) from Srinakarinwirot Maha Sarakham University, Maha Sarakham
1982	MS 5 from Udorn Pittayanukul, Udorn Thani

507.12
N9273D
c.3

THE DEVELOPMENT OF A SCHOOL-BASED ELECTIVE SCIENCE CURRICULUM WITH AN INCLUSION OF LOCAL WISDOM FOR THE LOWER SECONDARY SCHOOL

27 มี.ค. 2548

AN ABSTRACT

BY

NATCHANOK JANSAWANG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
March 2005

ม.ป. 26ๆ

Natchanok Jansawang. (2005). *The Development of a School-Based Elective Science Curriculum with Local Wisdom for a Lower Secondary School* . Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc.Prof.Dr. Somson Wongyounoi, Dr.Chinda Tambunchong, Dr.Precharn Dechsri.

The objectives of this research were to develop and implement an elective science curriculum, *Chemicals in Everyday Life,* for the lower secondary school students with local wisdom; study the results of implementing the curriculum; and survey the opinion of participating teachers regarding the curriculum. This developmental research was divided into four main steps: Curriculum Preparation, Curriculum Design, Field study and Curriculum Evaluation. Learning activities were based on the learning cycle of *One Course One Cycle* adopted from 5Es. The cycle consists of five phases: engagement; exploration; explanation and conclusion; elaboration, exchange experience; and evaluation and application. Contents were related to the chemicals used with local wisdom in their daily life. The chemicals were classified into 5 groups: detergents; food additives and food preservation; natural dyes; natural insecticides and pesticides; and herbal medicine.

The subjects were MS 2 students from Nguaba Wittayakhom and 41 students from Mittraphap School, who studied in the second semester of 2003 academic year. The research instruments were: The Curriculum, The Evaluation Forms of Curriculum Documents, Pre-and Post-Tests, The Evaluation Form of Science Process Skills, The Evaluation Form of Manipulative skills, Questionnaire of Students' Attitudes towards Learning Science, Questions for Student's Interviews, Questionnaire on Teachers' Opinions towards the Curriculum, and Questions for Teacher Interviews. The data were analyzed by using mean and standard deviation. Research hypotheses were tested by a t-test of dependent samples, t-test for one group and Analysis of Variance (One Way ANOVA).

The research results were summarized as follows:

Experts examined the curriculum documents to check the structural content validity and correlation. According to them, the curriculum documents are based on the Thai Educational Standard and appropriate for teaching lower secondary school students. The preliminary study of curriculum was conducted for 20 hours at Kampom Wittayakhom, Maha Sarakham from 1 -20 December 2003. According to the discussions of the researcher and participating teachers, activity plans were revised. Then, the curriculum was implemented at Nguaba Wittayakhom and

Mittraphap School for 36 hours from 3 January – 3 March, 2004. The results of implementing the curriculum were as follows:

Students gained significantly higher post-test scores than pre-test score; the post-test scores of the students in different units were not different; the scores of students on science process skills were significantly lower than the high level; the scores of their manipulating-skills' were significantly lower than the high level; the scores of their attitudes towards science learning were significantly higher than the high level; and the students showed awareness of value of local wisdom and benefit of local resources. They enjoyed learning science based on the learning cycle with local wisdom because they develop both investigation skills and team-working skills.

Regarding the participant teachers' opinions towards the curriculum higher than the high level, they enjoyed teaching by using the learning cycle with local wisdom.

Discussion of science instruction experts on the curriculum documents and results of the study, showed that the activities were open-inquiry; the curriculum focused on both the inquiry cycle and local wisdom; and the curriculum should be promoted to be used among science classes of lower secondary school students.

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น

บทคัดย่อของ

ของ

เนตรชนก จันทร์สว่าง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มีนาคม 2548

เนตรชนก จันทร์สว่าง. (2548). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น.* ปริญญานิพนธ์ (กศ.ด.วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย, ดร. จินดา แต้มบรรจง, ดร.ปรีชาญ เดชศรี.

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายหลักสามประการ คือ เพื่อพัฒนาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง *สารเคมีในชีวิตประจำวัน* ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรดังกล่าว และศึกษาความคิดเห็นของครูที่ร่วมวิจัยที่สอนโดยใช้หลักสูตรดังกล่าว การวิจัยดำเนินการในรูปของการวิจัยและพัฒนา แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ การเตรียมหลักสูตร ออกแบบหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร การประเมินและปรับปรุงหลักสูตร รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบหาความรู้สืบเสาะ แบบ One Course One Cycle ซึ่งปรับปรุงจากการสอนแบบ 5Es โดยตลอดหลักสูตรกำหนดไว้ 1 วัฏจักร ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ สำรวจตรวจสอบ อธิบายและลงข้อสรุป ขยายผลและเพิ่มเติมรายละเอียด และประเมินและการนำไปใช้ เนื้อหาที่ใช้ในหลักสูตรกำหนดเป็น 5 กลุ่ม คือ ภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยสอดแทรก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ สารทำความสะอาด สารปรุงแต่งอาหารและการถนอมอาหาร สีย้อมจากธรรมชาติ สารจากธรรมชาติในการกำจัดแมลงและศัตรูพืช และสมุนไพรรักษาโรค

นักเรียนที่ร่วมในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนงัวบาวิทยาคม จำนวน 27 คน และโรงเรียนมิตรภาพ จำนวน 41 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 เครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูล มี 9 ชนิด ได้แก่ หลักสูตร แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะการทำปฏิบัติการ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คำถามในการสัมภาษณ์นักเรียน แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรของครูที่ร่วมวิจัย และคำถามในการสัมภาษณ์ครูที่ร่วมวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ได้แก่ ค่าที (t - test independent และ t - test for one group) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ หลักสูตรได้ผ่านการตรวจสอบเชิงโครงสร้างและความสอดคล้องของหลักสูตรกับมาตรฐานการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และมีความเห็นว่าสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ หลักสูตรได้นำไปศึกษาทดลองเบื้องต้นที่โรงเรียนขามป้อมวิทยาคม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 20 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่1-20 ธันวาคม 2546 ได้ปรับปรุงและเพิ่มเติมกิจกรรมให้เหมาะสม หลักสูตรที่ผ่านการปรับปรุงได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนงัวบาวิทยาคม และมิตรภาพ จำนวน 36 ชั่วโมง ในระหว่างวันที่ 3 มกราคม – 3 มีนาคม 2547 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนทักษะการทำปฏิบัติการทุกด้านมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนแสดงออกถึงความตระหนักของคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นและประโยชน์ของทรัพยากรในท้องถิ่น นักเรียนแสดงความยินดีที่ได้เรียนตามหลักสูตรเนื่องจากเขาได้พัฒนากระบวน การศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และการทำงานร่วมกันเป็นทีม

ครูที่ร่วมวิจัยมีความคิดเห็นต่อหลักสูตรอยู่ในระดับสูง ครูที่ร่วมวิจัยมีความยินดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาสำรวจ โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในจังหวัดมหาสารคามได้อภิปรายเกี่ยวกับหลักสูตรและผลจากการทดลองใช้หลักสูตร และมีความเห็นว่าหลักสูตรนี้เน้นทั้งกระบวนการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาสำรวจด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ และใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงควรส่งเสริมให้มีการนำหลักสูตรนี้ไปใช้สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป