



ការស្រាវជ្រាវអប់រំគីមីវិទ្យា



ការវាស់តម្លៃ pH ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃលើ អង្គធាតុបង្កលក្ខណ៍ធម្មជាតិដល់កម្រិតសារាយ

សម្ភារៈឧបទ្វេសសម្រាប់បង្រៀនអាស៊ីត-បាស



បទបង្ហាញដោយ
បណ្ឌិត អ៊ឹម វ៉ាន



Scan here for English version



Scan here for full article

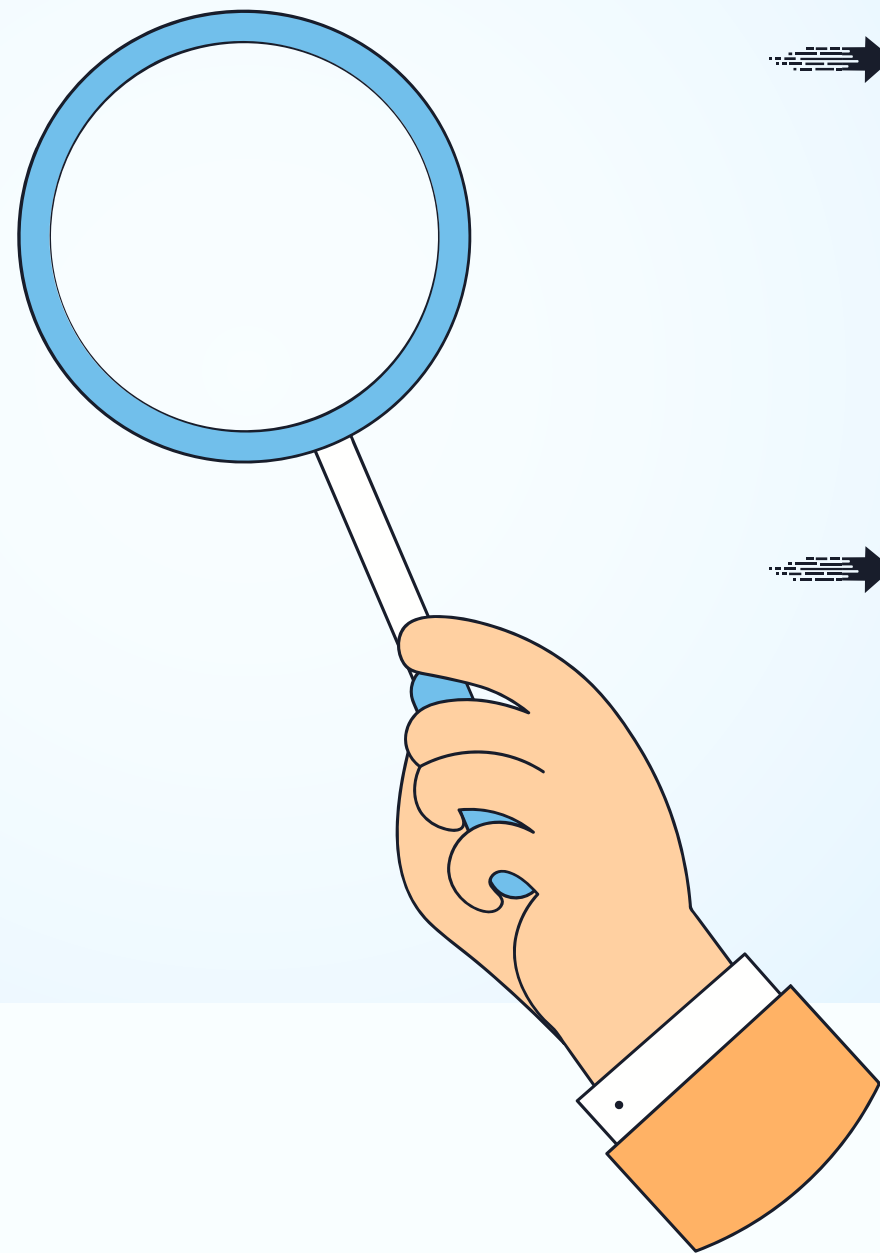


សេចក្តីផ្តើម

- ការស្រាវជ្រាវនេះសិក្សាអំពីវិធីសាស្ត្រវាស់តម្លៃ pH ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃ (Smartphone-Enabled pH Analysis) រួមជាមួយអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិផលិតពីសារាយ (Agar Gel Indicators) ដែលជាឧបករណ៍ថ្លៃប្រឌិតសម្រាប់ការបង្រៀនគីមីវិទ្យាអាស៊ីត-បាស ។
- វិធីសាស្ត្រវាស់ pH មានបួនប្រភេទ ដែលភាគច្រើនមានតម្លៃខ្ពស់ ពិបាកក្នុងការស្វែងរក និងរក្សាទុក សម្រាប់សាលារៀនមួយចំនួន។
- តាមរយៈការរួមបញ្ចូលគ្នារវាងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិ ដែលចម្រាញ់ចេញពីស្ពៃក្តោបក្រហមនិង បច្ចេកទេសវិភាគរូបភាពឌីជីថល (Digital Image Analysis Technology) ការសិក្សានេះបង្ហាញថា ទូរសព្ទឆ្លាតវៃដែលប្រើប្រាស់ក្នុងជីវិតប្រចាំថ្ងៃ អាចកំណត់តម្លៃ pH បានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ ដែលធ្វើឱ្យការ សិក្សាគីមីវិទ្យាកាន់តែទាក់ទាញ ងាយស្រួលប្រើប្រាស់ និងផ្តល់បទពិសោធន៍អនុវត្តផ្ទាល់ដល់សិស្ស និស្សិត។



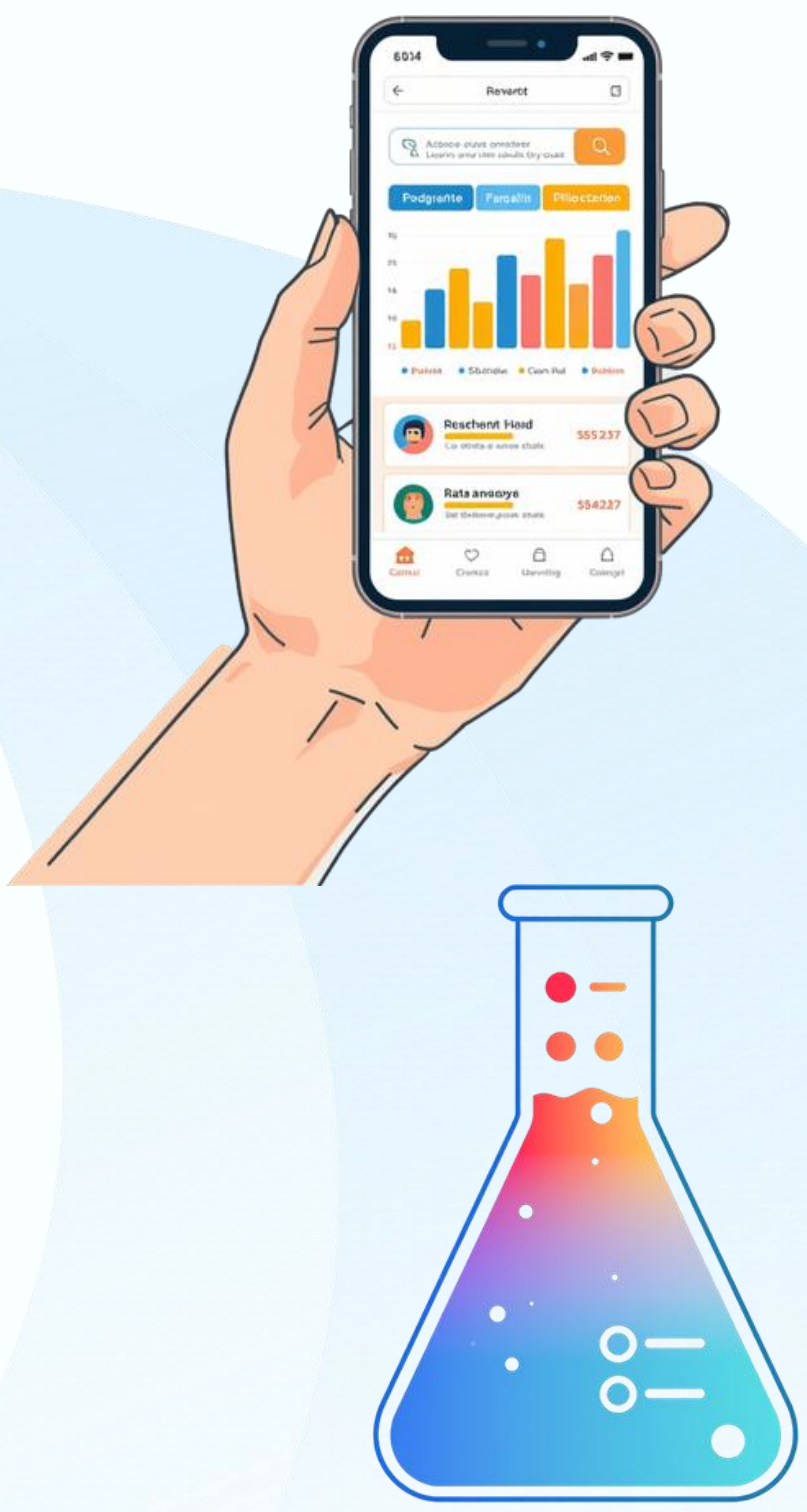
គោលបំណងស្រាវជ្រាវ



អភិវឌ្ឍវិធីសាស្ត្រវិភាគរូបភាពឌីជីថល (Digital Image Analysis Method) ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃ ដើម្បីកំណត់តម្លៃ pH នៃសូលុយស្យុងមិនស្គាល់ តាមរយៈអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិផលិតពីសារាយ។

ផ្តល់នូវការវាស់តម្លៃ pH ដែលមានភាពងាយស្រួលស្វែងរក និងត្រឹមត្រូវសម្រាប់ការអប់រំក្នុងការបង្រៀនប្រធានបទអាស៊ីតបាស

សារៈសំខាន់នៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវ



វិធីសាស្ត្រវាស់តម្លៃ pH ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃ ផ្តល់នូវមធ្យោបាយដែលមានតម្លៃទាប ងាយស្រួលប្រើប្រាស់ និងទាក់ទាញសម្រាប់សិស្សនិស្សិតក្នុងការសិក្សាគីមីវិទ្យាអាស៊ីត-បាស។

វិធីសាស្ត្រនេះជំរុញការរៀនតាមរយៈការអនុវត្តផ្ទាល់ (Hands-on Learning) និងអភិវឌ្ឍជំនាញវិភាគទិន្នន័យ (Data Analysis Skills) ដោយប្រើបច្ចេកវិទ្យាដែលសិស្សស្គាល់ស្រាប់ គឺទូរសព្ទឆ្លាតវៃ។

វិធីសាស្ត្រនេះអាចកំណត់តម្លៃ pH បានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ សូម្បីតែក្នុងសូលុយស្យុងដែលមានពណ៌ ឬស្រអាប់ដូចជា ទឹកដោះគោ ថ្នាំដុសធ្មេញដែលការបន្តក់សូលុយស្យុងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ដោយផ្ទាល់មិនអាចប្រើបាន។ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិផលិតពីសារាយ អាចប្រើប្រាស់ឡើងវិញបាន និងសមស្របសម្រាប់ការអនុវត្តក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍សាលារៀន ។

វិធីសាស្ត្រស្រាវជ្រាវ

ជំហានទី 1៖ ការរៀបចំ

សារាយត្រូវបានរៀបចំដោយដាំមេរៀសារាយ ចំនួន 0.8 g ក្នុងទឹក 100mL។ បន្ទាប់មក ចាក់ជាបន្ទះស្តើងនិងទុកឱ្យត្រជាក់ ប្រើ សម្រាប់ភ្នែកអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិ។ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិ ត្រូវបានចម្រាញ់ ចេញពីស្ពៃក្តោបក្រហមដោយដាំក្នុងទឹក រួច ចម្រោះសូលុយស្យុង។

ជំហានទី 2 : ខ្សែកោងស្តង់ដា

សូលុយស្យុងតំប៉ង ដែលមាន pH ចាប់ពី 2.6 ដល់ 9.3 ត្រូវបានបន្តក៏ជាមួយអង្គធាតុចង្អុលពណ៌។
រូបភាពនៃសូលុយស្យុងត្រូវថតដោយប្រើទូរសព្ទ ឆ្លាតវៃ ក្រោមលក្ខខណ្ឌពន្លឺថ្ងៃ ។
តម្លៃ RGB ត្រូវបានវិភាគចេញដោយប្រើកម្មវិធី Tracker Software។
បន្ទាប់មក ខ្សែកោងស្តង់ដាររវាងអាំងតង់ស៊ីតេ ពណ៌ក្រហម (R Intensity) និងតម្លៃ pH ។

ជំហានទី 3: ការធ្វើតេស្តសាកល្បង

សារាយដែលបានភ្នែកអង្គធាតុចង្អុល ពណ៌ស្ពៃក្តោបក្រហម ត្រូវបានដាក់ទៅ ក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ង និងសូលុយស្យុង ដែលគេមិនស្គាល់កំហាប់។
រូបភាពត្រូវបានវិភាគដើម្បីកំណត់តម្លៃ RGB និងគណនាតម្លៃ pH ដែលត្រូវគ្នា។
លទ្ធផលដែលទទួលបាន ត្រូវបានប្រៀបធៀបជាមួយតម្លៃដែលវាស់ដោយ ឧបករណ៍ pHម៉ែត្រ

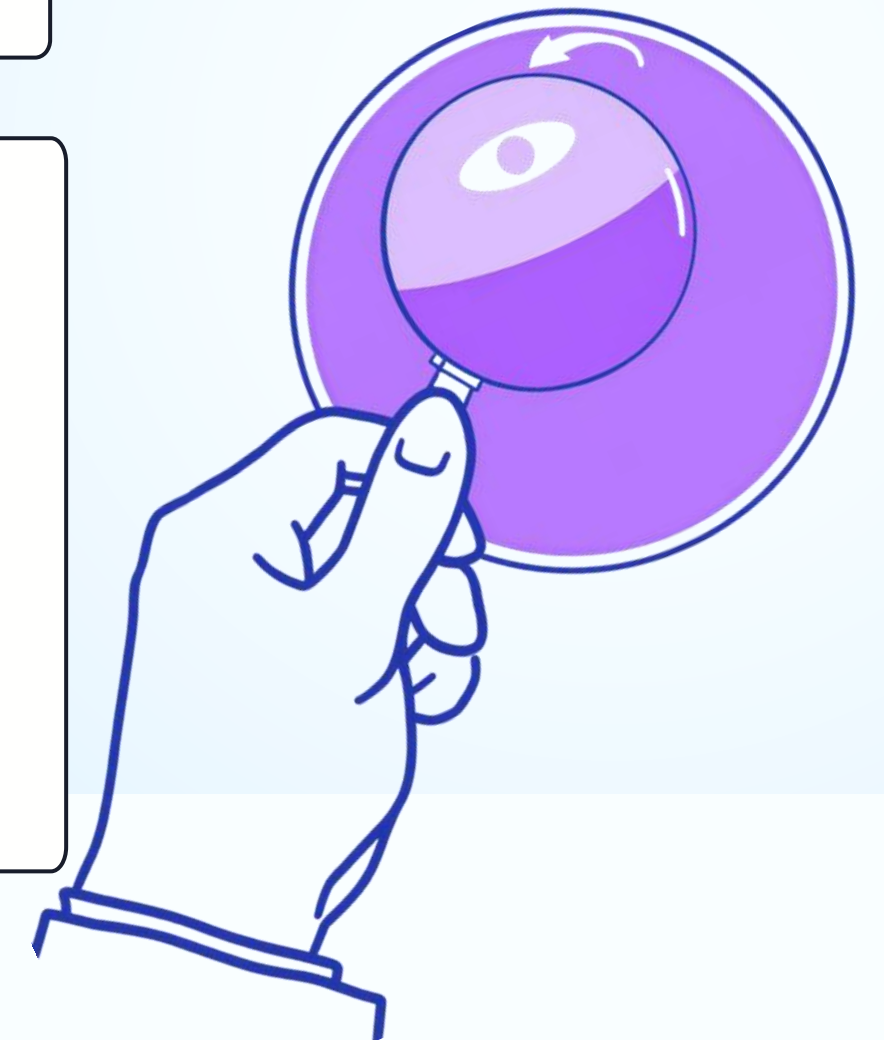
ការរៀបចំធ្វើអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិផលិតពីសារាយ



ការរៀបចំសារាយ: រំលាយមេរៀសសារាយចំនួន 0.8g ក្នុងទឹក 100 mL។
ដាំល្បាយនេះរហូតដល់មេរៀសសារាយរលាយទាំងស្រុង បន្ទាប់មកចាក់ជាបន្ទះស្មើៗ
និងទុកឱ្យត្រជាក់ សម្រាប់ប្រើជាស្រទាប់ទ្រទ្រង់អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ pH។



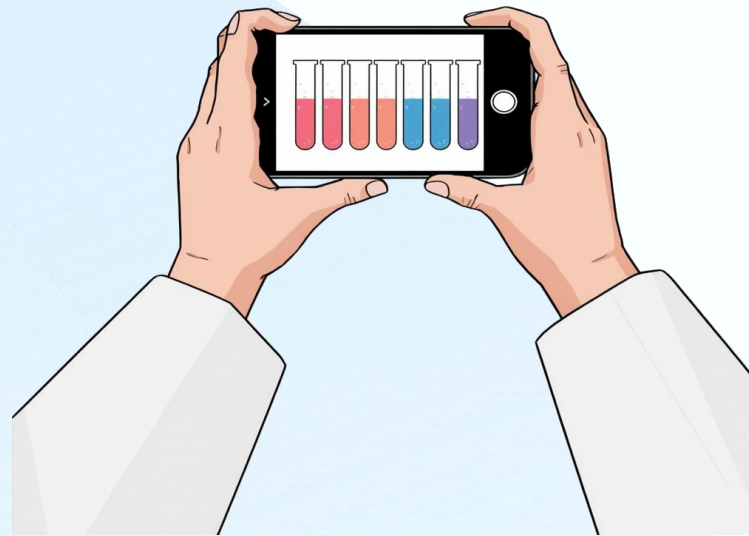
ការចម្រាញ់អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិ: យកស្លឹកស្ពៃក្តោបក្រហមដាំក្នុងទឹក ដើម្បី
ទាញយកសារធាតុពណ៌ Anthocyanin។ បន្ទាប់មក ចម្រោះយកសំណល់រុក្ខជាតិ
ចេញ ហើយសូលុយស្យុងពណ៌ស្វាយដែលទទួលបាន ជាអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ដែល
រួសនឹងការប្រែប្រួល pH (pH-Sensitive Dye) ។



Calibration Process



ការរៀបចំសូលុយស្យុងតំប៉ង
សូលុយស្យុងតំប៉ងដែលមាន pH ចាប់ពី 2.6 ដល់ 9.3 ត្រូវបានរៀបចំ និងលាយជាមួយអង្គធាតុ
ចង្អុលពណ៌ស្ពែក្លេបក្រហម។
រូបភាពត្រូវបានថតក្រោមលក្ខខណ្ឌពន្លឺដូចគ្នា ដោយប្រើកាមេរ៉ាទូរសព្ទឆ្លាតវៃ។



ការទាញយកតម្លៃ RGB
តម្លៃ RGB ត្រូវបានទាញចេញពីរូបភាព ដោយប្រើកម្មវិធី Tracker Software។
បន្ទាប់មក គូសខ្សែកោងស្តង់ដារនៃតម្លៃអាំងតង់ស៊ីតេពណ៌ក្រហម (R Intensity, R/T)
ជាមួយនឹងតម្លៃ pH។ តម្លៃ pH នៃសូលុយស្យុងមិនស្គាល់អាចគណនាបានតាមរយៈសមី
ការបន្ទាត់($R^2 = 0.9873$)



រូបភាពនៃសូលុយស្យុងស្តង់ដារ (Standard Solutions) ដែលបានបន្ថែម
អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ និងសូលុយស្យុងមិនស្គាល់កំហាប់លេខ 1, 2 និង 3។
លេខដែលសរសេរនៅលើដបបង្ហាញពីតម្លៃ pH ។

ខ្សែកោងស្តង់ដា

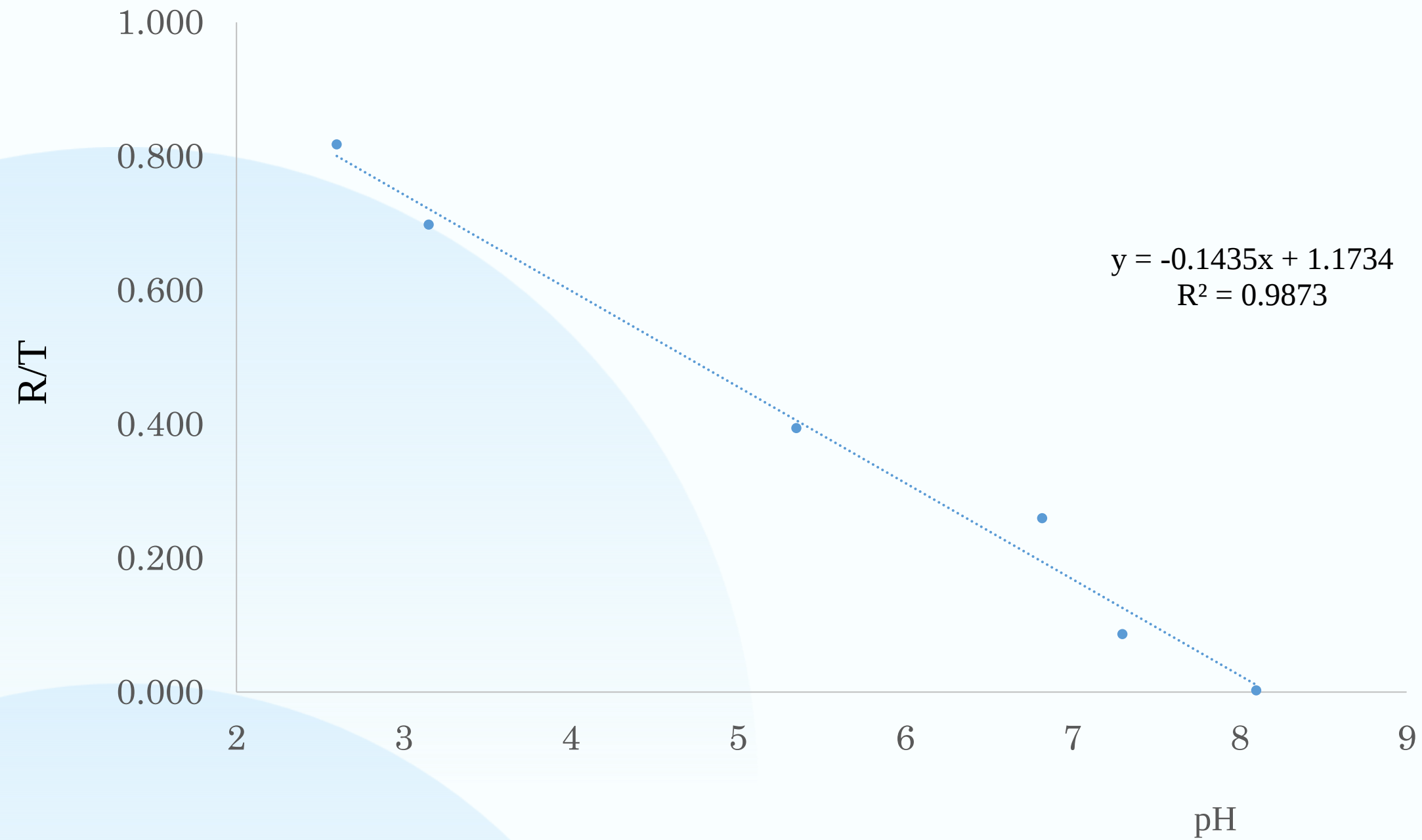


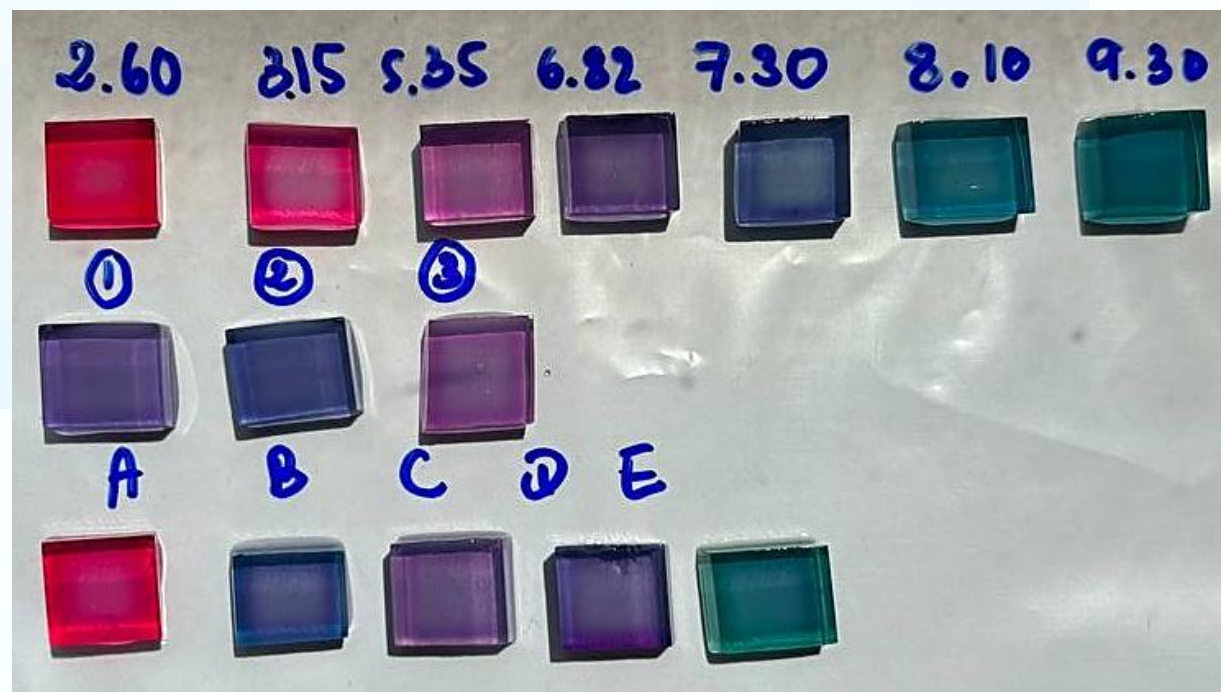
Figure 2: Calibration curve of R intensities and pH of reference solutions with its best line fit equation.

Testing Procedure



អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយត្រូវបានដាក់ចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ង (pH 2.6–9.3) និងសារធាតុដែលប្រើក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃដូចជាទឹកក្រូចឆ្មារ ថ្នាំដុសធ្មេញ ទឹកដោះគោ សាប៊ូលាងដៃ និងសាប៊ូបោកខោអាវ

លទ្ធផលដែលទទួលបាន ត្រូវប្រៀបធៀបជាមួយតម្លៃ pH ដែលវាស់ដោយ pH ម៉ែត្រ។ បន្ថែមពីនេះ ទិន្នន័យត្រូវបានធ្វើផ្ទៀងផ្ទាត់តាមស្ថិតិ ដោយប្រើ **Paired Sample t-Test** ដើម្បីបញ្ជាក់ពីភាពត្រឹមត្រូវ (Accuracy) និងភាពអាចជឿជាក់បាន (Reliability) នៃវិធីសាស្ត្រវាស់ pH ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃ។



រូបភាពតែមួយម្តងនៃអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ។ ជួរទី1 បង្ហាញតម្លៃ pH នៃសូលុយស្យុងតំប៉ង។ ជួរទី 2 បង្ហាញសូលុយស្យុងមិនស្គាល់លេខ 1, 2 និង 3។ ជួរទី 3 បង្ហាញសូលុយស្យុងប្រើប្រាស់ក្នុងគ្រួសារ A. ទឹកក្រូចឆ្មារ, B. ថ្នាំដុសធ្មេញ C. ទឹកដោះគោ, D. សាប៊ូលាងដៃ, E. សាប៊ូបោកខោអាវ

លទ្ធផល

ដើម្បីបញ្ជាក់ពីភាពត្រឹមត្រូវ និងទៀងទាត់នៃវិធីសាស្ត្រដែលបានស្នើឡើង ភាគរយកំហុសលំអៀង (% Bias) ត្រូវបានគណនាដោយប្រើសមីការខាងក្រោម៖

$$\%bias = \left| \left(\frac{\text{known pH value} - \text{measured pH value}}{\text{known pH value}} \right) \right| \times 100$$

តារាងទី១ ការប្រៀបធៀបតម្លៃ pH ដែលទទួលបានពីការវិភាគ RGB និងការវាស់ដោយឧបករណ៍ pH ម៉ែត្រ

សូលុយស្យុង	តម្លៃ pH		pH ម៉ែត្រ	%bias	
	សូលុយស្យុង	សារាយ		សូលុយស្យុង	សារាយ
1	6.17	6.42	6.54	5.65	1.83
2	7.02	7	7	0.28	0
3	5.57	5.79	5.5	1.27	5.27
មធ្យម % bias				2.4	2.37

ការធ្វើឧត្តាស្ថិតិ (Statistical Validation)

➡ មិនមានភាពខុសគ្នាដែលមានន័យស្ថិតិ (Statistically Significant Difference) រវាងតម្លៃ pH ដែលវាស់ដោយ៖ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ធម្មជាតិផលិតពីសារាយ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ក្នុង សូលុយស្យុង និងឧបករណ៍ pH ម៉ែត្រ ដោយសារតម្លៃ $p\text{-value} > 0.05$

➡ លទ្ធផលបង្ហាញថា ទាំងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ក្នុងសូលុយស្យុងនិងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ ផ្តល់តម្លៃ pH ប្រហែលនឹងតម្លៃ pH ដែលវាស់ដោយ pH ម៉ែត្រ ។
តម្លៃមធ្យម %Bias ត្រឹមតែប្រហែល 2.4% ប៉ុណ្ណោះ បង្ហាញថា វិធីសាស្ត្រនេះមានភាពត្រឹមត្រូវខ្ពស់ និងអាចប្រើប្រាស់បានក្នុងការអប់រំគីមីវិទ្យា។

➡ វិធីសាស្ត្រវាស់ pH ដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃ មានភាពអាចជឿជាក់បាន (Reliable) និងមានត្រឹមត្រូវ (Valid) សម្រាប់ការកំណត់តម្លៃ pH របស់សូលុយស្យុង ។



លទ្ធផល

បន្ទាប់ពីបញ្ជាក់ថា អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយនិងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ក្នុងសូលុយស្យុង ផ្តល់លទ្ធផលដូចគ្នា អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ ត្រូវបានប្រើសម្រាប់វាស់តម្លៃ pH នៃផលិតផលប្រើប្រាស់ក្នុងគ្រួសារ។

ជំហានដំបូង គឺគូសCalibration Curve រវាងអាំងតង់ស៊ីតេពណ៌ក្រហម (R Intensity) និងតម្លៃ pH របស់សូលុយស្យុងស្តង់ដា ដើម្បីបង្កើតសមីការបន្ទាត់ (Regression Equation) ។

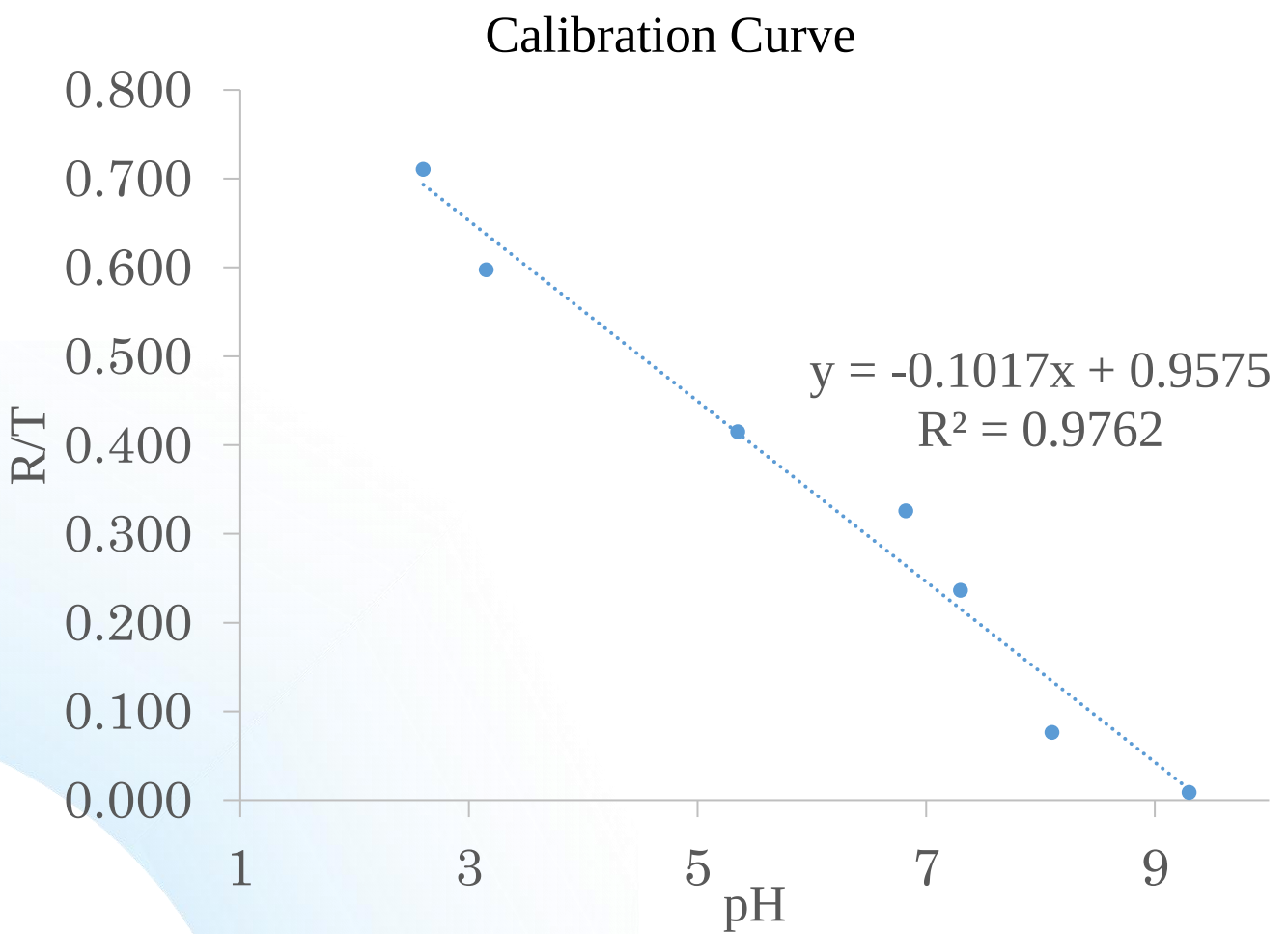


Figure 3: Calibration curve of R intensities and pH of reference agar gel indicators.

សូលុយស្យុង	pHវាស់ពីតម្លៃRGB	pH meter
ទឹកក្រូចឆ្មារ	2.64	2.69
ថ្នាំដុសធ្មេញ	7.15	7.98
ទឹកដោះគោ	6.15	6.65
សាប៊ូលាងដៃ	6.59	7.71
សាប៊ូបោកខោអាវ	9.01	9.96
មធ្យម % bias	8.76	

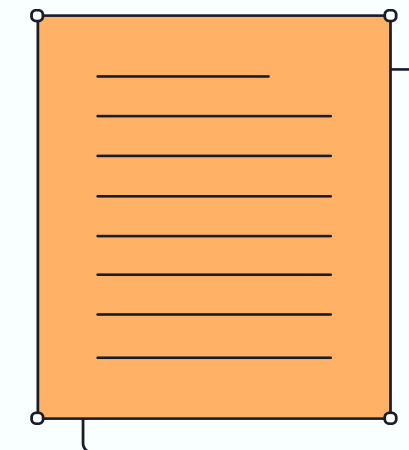
ការពិភាក្សា

➡ លទ្ធផល pH របស់ទឹកដោះគោ ថ្នាំដុសធ្មេញ និងសាប៊ូ បានបង្ហាញថា ភាគរយកំហុសលំអៀងខ្ពស់ជាង 5% បន្តិច (ប្រហែល 8.76%) ។ មូលហេតុអាចបណ្តាលមកពី៖ ការលាងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌សារាយជាមួយទឹកដើម្បីជម្រះសំណល់របស់សារធាតុទាំងនោះជាប់នឹងផ្ទៃសារាយ ដែលអាចប៉ះពាល់ដល់ពណ៌របស់សារាយនាំប៉ះពាល់ដល់ការអានតម្លៃ RGB ។

➡ ការប្រើតម្លៃ RGB ក្នុងការគណនាតម្លៃ pH បានបង្ហាញផ្តល់លទ្ធផលត្រឹមត្រូវខ្ពស់។ លទ្ធផលដែលទទួលបាន ប្រហាក់ប្រហែលនឹងលទ្ធផលវាស់ដោយ pH ម៉ែត្រ។ ការវិភាគដោយប្រើ Paired Sample t-Test បង្ហាញថា មិនមានភាពខុសគ្នាដែលមានន័យស្ថិតិរវាង៖ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ក្នុងសូលុយស្យុង និង pH ម៉ែត្រ ដោយ $p\text{-value} > 0.05$ ។



សេចក្តីសន្និដ្ឋាន



លទ្ធផលនៃការសិក្សានេះបង្ហាញថា វិធីសាស្ត្រដែលបានស្នើឡើងនេះ មានភាពត្រឹមត្រូវខ្ពស់ និងអាចផ្តល់លទ្ធផលប្រៀបធៀបបានជាមួយ pH ម៉ែត្រ។

ភាគរយកំហុសលំអៀង (Bias) តិចជាង 5% ដែលត្រូវបានចាត់ទុកថាមានគុណភាពល្អសម្រាប់ការប្រើក្នុងវិស័យអប់រំ។ មិនមានភាពខុសគ្នាដែលមានន័យស្ថិតិរវាងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ និងអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ក្នុងសូលុយស្យុង។ ដូចនេះ អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ផលិតពីសារាយ គឺជាសម្ភារៈដ៏មានតម្លៃសម្រាប់ថ្នាក់រៀនវិទ្យាសាស្ត្រ ក្នុងការកំណត់តម្លៃ pH នៃសូលុយស្យុងមិនស្គាល់ ជាពិសេសសូលុយស្យុងដែលមានពណ៌ស្រាប់។

វិធីសាស្ត្រនេះអនុញ្ញាតឱ្យគ្រូបង្រៀនរៀបចំការពិសោធន៍បែបរិះរក (Inquiry-Based Experimentation) ដែលធ្វើឱ្យដំណើរការរៀនកាន់តែរីករាយ និងមានការចូលរួមខ្ពស់។

វិធីសាស្ត្រនេះមានសារៈសំខាន់ ជាពិសេសសម្រាប់សាលារៀនដែលមិនមាន pH ម៉ែត្រ គ្រប់គ្រាន់ ព្រោះវាត្រូវការតែមួយសម្រាប់ធ្វើការ calibrate ដំបូងប៉ុណ្ណោះ បន្ទាប់មកសិស្សអាចប្រើទូរសព្ទឆ្លាតវៃរបស់ខ្លួនសម្រាប់ការវាស់វែង។ លើសពីនេះ វាក៏ជួយលើកកម្ពស់ការសិក្សាអំពី៖ គីមីពណ៌ ការវិភាគរូបភាពឌីជីថល អាស៊ីត-បាស ក្នុងបរិបទអប់រំឌីជីថលផងដែរ។

References

- Yuqing, M.; Jianrong, C.; Keming, F. New technology for the detection of pH. J. Biochem. Biophys. Methods, 2005, 63(1), 1–9.
- Im, R.; Iwayama, T.; Osa, M. Development of Acid–Base Indicators from Natural Pigments in Agar Gel. J. Chem. Educ., 2023, 100(12), 4707–4713.
- A, B.; B, Ç.; D, A. Evaluation of pH Value by Using Image Processing. Acta Physica Polonica A, 2017, 132(3-II), 1142–1144.
- Barbosa, L. S. V. et al. Homemade Paper Analytical Device and Digital Image Colorimetry... J. Chem. Educ., 2023, 100(7), 2601–2607.
- Das, P. et al. Smartphone-Based Spectrometric Analyzer for Accurate Estimation of pH Value in Soil. IEEE Sensors Journal, 2021, 21(3), 2839–2845.
- Dutta, S. et al. Dye-Assisted pH Sensing Using a Smartphone. IEEE Photonics Technology Letters, 2015, 27(22), 2363–2366.
- Iacono, S. D. et al. pH strip reader for beer samples based on image analysis. IEEE MetroAgriFor, 2020.
- Vuong, N. K. et al. Classification of pH levels using a mobile phone. IEEE ISCE, 2009.
- Destino, J. F.; Cunningham, K. At-Home Colorimetric and Absorbance-Based Analyses. J. Chem. Educ., 2020, 97(9), 2960–2966.
- Kehoe, E.; Penn, R. L. Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones. J. Chem. Educ., 2013, 90(9), 1191–1195.
- Knutson, T. R. et al. A Fresh Look at the Crystal Violet Lab with Handheld Camera Colorimetry. J. Chem. Educ., 2015, 92(10), 1692–1695.
- Li, J. et al. Mobile App to Quantify pH Strips and Monitor Titrations. J. Chem. Educ., 2023, 100(9), 3634–3640.
- Keiller, L. A. et al. A Simple and Inexpensive Invisible Ink System Based on Red Cabbage Extracts. J. Chem. Educ., 2023, 100(3), 1398–1403.
- Markwell, J. et al. Anthocyanins: Model Compounds for Learning about More than pH. J. Chem. Educ., 1996, 73(4), 306.

Thank You

Thank you for your attention! We hope this presentation has provided valuable insights into smartphone-enabled pH analysis using agar indicators as an educational tool. Questions and discussions are welcome.