



เอกสารอ้างอิง

1. Eaton, David C., The world of Organic Chemistry, pp. 303-307,
The Whitlock Press, New York, 1984.
2. Griffth, R.H., "The Rapid Determination of Total Alkaloid by
Steam Distillation," Tobacco Science, 1, 130-137,
1957.
3. Kiefer, J.E., "Filtration of Cigarette Smoke," Tennessee Eastman
Fibers Kodak, No- FTR-1, 1-11, 1981.
4. Fitrona Smoking Machine Model 100, "Decription Operating and
Maintenace Instruction," Alp.170.
5. สุนทร วรพลิก, "การวิเคราะห์แอลคาลอยด์ในใบยาสูบพื้นเมืองโคตยวีชี Paper
Chomatography," วารสารสภาวิจัยแห่งชาติ, 1 (11), 32-36, 2502.
6. กนอม ลิเมศกุล, "เรื่องของใบยาสูบ." นิตยสารยาสูบ, 75-79, พฤษภาคม 2516.
7. โรงงานยาสูบ, "ชีวเคมีของแอลคาลอยด์," นิตยสารยาสูบ, 28-29. พฤศจิกายน
2517.
8. Koji Nalanishi, Thoshio Goto, Shoito Natori, Shigco Nozoe. and
Tohoku U. Sendi, Natural Products Chemistry, pp. 544-545
Kodanosha Ltd., Tokyo, 1983.
9. Wagner, Roger G., Friedhelm Feth ,and Karl G. Wagner, "The
reguration of emzyme activities of the nicotine pathway
in tobacco," Physiol Plantarum, (68), 667-672, 1984.

10. Geissman, T.A., and Dhy. Crowt, Organic Chemistry of Secondary Plant Metabolism, pp. 457-463, Frecman Cooper, New York, 1969.
11. ฝ่ายวิจัยโรงงานยาสูบ, "ยาสูบที่ใช้ผลิตบุหรี่กานรต," โรงงานยาสูบ, กระทรวงการคลัง, 17, 2527.
12. ภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยี, "เอกสารประกอบวิชา Isotope production and Utility," ภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์, 2531.
13. Drawson, R.F., Dr. Christman, A.D. Adamo, M.L. Slot ,and A.P. Wolf, "The Biosynthesis of Nicotine from Isotopically labeled Nicotinic acid," J. Am Chem. Soc., 82, 2628-2633. 1950.
14. Gumbley, J.M., and A.T. Wilson, "The preparation of ring-labelled tritiated nicotinic acid by exchange in concentrated sulphuric acid," Biochim. Biophys Acta., 74, 163-164, 1963.
15. Wallner, Groge R., and Otis C. Dermer, "Secondary Plant Product," The Biochem. of Plant A Comprehensive Treatise, pp. 328-700, Academic Press, New York, 1981.
16. Lockwood, G.B., and A.K. Essa, "The effect of varying hormonal and precursor supplementation on levels of nicotine and related alkaloids in cell cultures of Nicotiana

- tabacum," Plant Science Letter, 3, 109-111, 1984.
17. Tabata, M., and Noboru Hiraoka, "Variation of Alkaloid Production in *Nicotiana rustica* Callus Cultures," Physiol Plant, 38, 19-23, 1976.
 18. Pinol, Teresa M., Javier Palazon, and Manuel Serrano, "Growth and Nicotine content of Tobacco Callus without Organogenesis," Plant Science Letters, 35, 219-223; 1984.
 19. Robins, R.J., J.D. Hamill, A.J. Parr, K. Smith, N.J. Walton, and M.J.C. Rhodes, "Potential for use of Nicotinic acid as a selective agent for isolation of high nicotine producing lines of *Nicotiana rustica* hairy root cultures," Bio. Science Letters, 6, 122-126, 1987.
 20. Robins, R.J., M. Hilton, A.J. Parr, J.D. Hamill and M.J.C. Rhodes, "Nicotine Production By "Hairy Root" Cultures of *Nicotiana rustica*, Fermentation and Product Recovery" Biotechnology Letters," 8(6), 415-420, 1986.
 21. Decker, K., "The Radiation Synthesis of Specifically Labeled Nicotine Molecules," The International Atomic Energy Agency, Vol 9, pp. 39-44, IAEA., Vienna, 1961.
 22. Edward Leete, "A New Systematic Degradation of Nicotine to determine Activity at C-2' and C-5', The Pattern of Labeling in Nicotine and Nornicotine from (2-¹⁴C)

Ornithine in *Nicotina glutinosa* and in Nicotine obtained from *N.tabacum* Exposed to (^{14}C , ^{13}C) Carbon Dioxide,"

J. Org. Chem., 41(21), 1065-1069, 1976.

23. วิชัย ธีวตระกูล, การประยุกต์สเปกโตรสโกปีในเคมีอินทรีย์, หน้า 1-299,
 หจก. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ; พิมพ์ครั้งที่ 2; 2527.
24. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, "รายงานวิชาการประจำปี 2531," หน้า 131,
 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, กรุงเทพ, 2531.
25. พรรณีภา อริสกุลกาญจน์, เอกสารประกอบการอบรมเชิงเส้นปฏิบัติการชีววิทยา, หน้า
 64-113, คณะวิทยาศาสตร์ และโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต
 พระราชวังสนามจันทร์, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2529.
26. ดร. พรทิพย์ ธนทอง, วิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อพืช, หน้า 1-108,
 คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2528.
27. Huber, Steven C., Thomas W. Rufty, and Phillip S. Kerr, "Effect
 of Photoperiod on Photosynthate Partitioning and Diurnal
 Rhythms in Sucrose Phosphate Synthase Activity in Leaves
 of Soybean (*Glycine Max L. (Mer.)* and Tobacco (*Nicotina
 tobacco L.*)," Plant Physiol, 75, 1080-1084, 1984.
28. Dodds, John H., and Lorin W. Robert, Experimental in Plant Tissue
 Culture, pp.1-189, Cambridge University Press, London,
 2nd ed., 1985.
29. Rawal, Suwan K., and Atul R. Mehta. "Tissue Culture of Tobacco 2
 Influence of IAA, Kinetin, and Sucrose Organogenesis in

Nicotina Callus Cultures," India J. Plant Physiol, 25(4),
336-347, 1982.

30. Kobaya Yutaka, Biological Application of Liquild Scintillation Counting, pp. 1-47, Acadamics Press, New York, 1974.
31. Dyer, A., Liquild Scintillation Counting Practice, pp. 1-20
University of Salford, UK., 1980.
32. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, "การฝึกอบรมทางวิชาการหลักสูตรอุปกรณ์นิวเคลียร์
23 กรกฎาคม - 3 สิงหาคม 2533," สำนักงานพลังงานทางปรมาณูเพื่อสันติ,
กรุงเทพฯ, 2533.

การพนัน

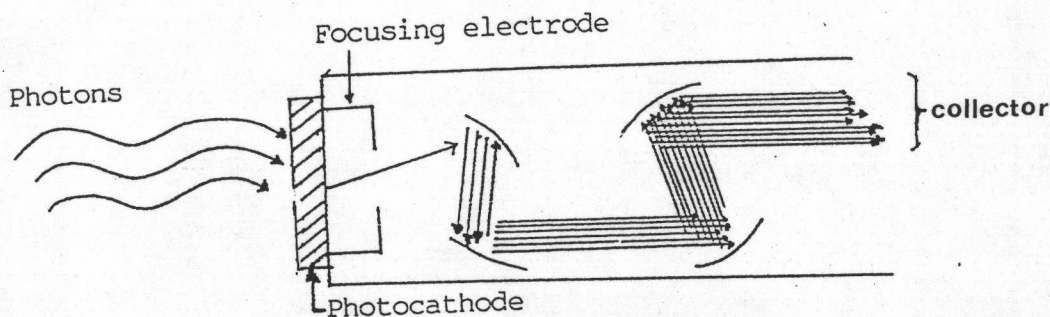
ภาคผนวก ก

ก.1 การวัดรังสีโดยใช้เครื่องวัดรังสีแบบซินทิลเลชัน

ในปี 1950, Ageno, Kailrnan, Reynolds และคณะได้รายงานว่ามีสารอินทรีย์เจือจางที่สามารถใช้ในการวัดรังสีเบตา โดยเป็นตัวปลดปล่อยแสงเมื่อได้รับรังสี จะปลดปล่อยในลักษณะ 4π ยิ่งพบว่า 1 Ci C-14 ให้จำนวนโพตรอนมากเป็น 10 เท่าของ 1 Ci H-3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อพลังงานจากอนุภาคเบตาของต้นกำเนิดรังสี ถูกดูดกลืนในโมเลกุลสารละลายอินทรีย์ทำให้เกิดปฏิกิริยากระตุ้น(exited) จากนั้นพลังงานกระตุ้นจะถูกถ่ายทอดไปยังตัวเปล่งแสง(scintillator) ทำให้โมเลกุลของตัวเปล่งแสงจัดอยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น และเมื่อกลับสู่สภาวะปกติ(ground state) จะปลดปล่อยแสงหรือโฟตอน(photons) ซึ่งมีความยาวคลื่นในช่วงแสงที่มองเห็น หรือ UV. แต่การถ่ายทอดพลังงานจากต้นกำเนิดเบตาไปยังสารละลายอินทรีย์ และตัวเปล่งแสงแบบต่างๆ และเมื่อวัดปริมาณแสงที่ได้จะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากชนิดของตัวถูกละลาย(solute) และความเข้มข้นของตัวทำละลาย (30)

โดย Hay, 1963 พบว่าเบนซีนและ alkyl benzenes เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด และโทลูอีนเป็นตัวทำละลายเริ่มต้นต่างๆไป แต่เบนซีนเป็นสารอันตรายจึงนิยมใช้ Xylene ที่ใช้แทนได้ บางครั้งการละลายทำได้ไม่ดีจึงต้องใส่ตัวทำละลายอันดับสอง(secondary solvent) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการเปล่งแสงลดต่ำ แต่ทำให้ตัวอย่างที่จะทำการวัดละลายในตัวละลายดีขึ้น ในการวัดโฟตอนจะใช้หลอดทวีคูณแสง(Photomultiplier tube) ที่มีโฟโตคาโทด และไดโนด(dynode) เป็นชุดๆซึ่งฉาบด้วย cesium-antimony. Silver-magnesium-cesium หรือสารประกอบอัลลอยด์ ทำหน้าที่เปลี่ยนโฟตอนเป็นโฟโตอิเล็กตรอน(photoelectrons) ได้ อิเล็กตรอน 1 ตัว ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์บวก ϕ ไดโนดแรกไปยังไดโนดสองที่มีความต่างศักย์สูงกว่าไดโนดแรกซึ่งเพิ่มปริมาณอิเล็กตรอนอย่างทวีคูณ จากนั้นถูกเร่งไปยังไดโนดตัวอื่นๆ โดยเกิดการทวีคูณอย่างมากมา 10^4 เท่า จนถึงไดโนดตัวที่ 13 จะได้อิเล็กตรอน 50 ล้านตัว

ซึ่งจะถูกจับไว้โดยคอลเล็กเตอร์ (collector) หรือแอโนด (anodes) สุดท้ายจะได้สัญญาณไฟฟ้า หรือกระแสอิเล็กทรอนิกส์ กระแสอิเล็กทรอนิกส์ถูกขยายและวิเคราะห์ส่งผ่านไปเครื่องแสดงผล (scaler) เพื่อแสดงผลการนับวัดรังสี (31) ดังรูปที่ ก.1

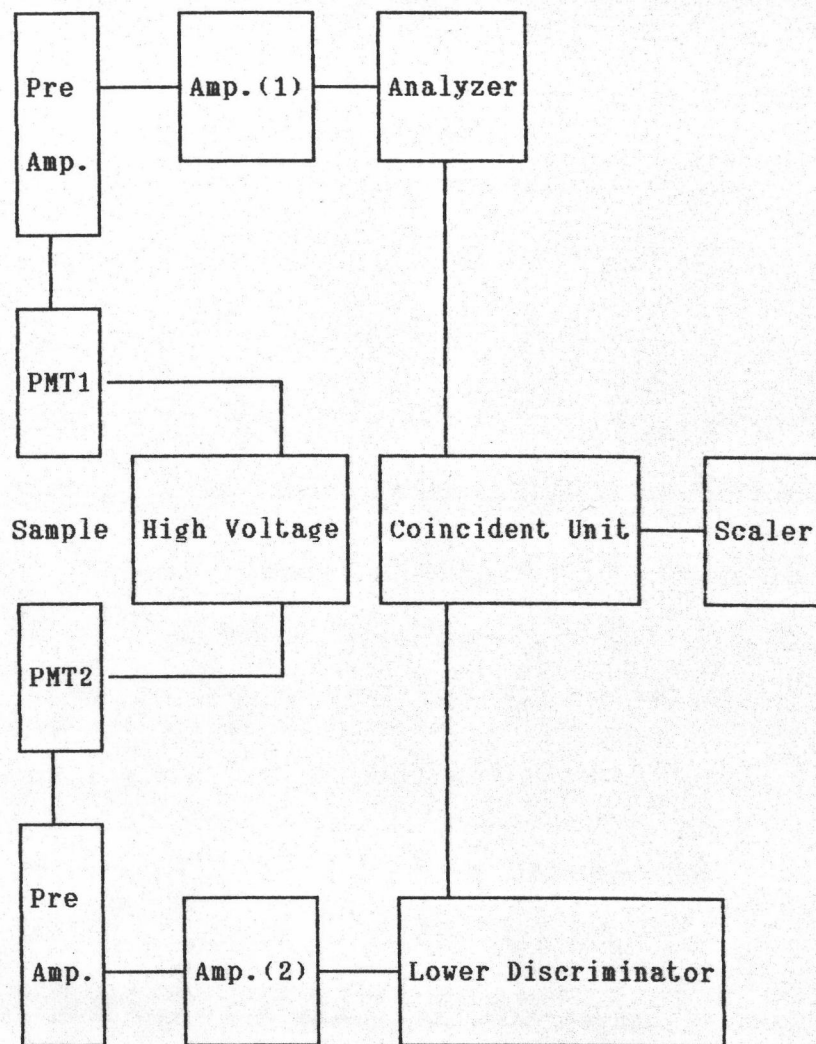


รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบภายในหัววัดซินทิลเลชัน

จากรูปที่ ก.1 ไดอะแกรมของหลอดทวีคูณแบบ box และ grid ประกอบด้วย 4 ไตโนด โดยแต่ละ box และ grid จะมี ventain blinds ซึ่งมีความต่างศักย์เท่ากับไตโนดทำหน้าที่ยกกันไม่ให้อิเล็กตรอนวิ่งกลับไปยังไตโนดแรก

ปกติหลอดทวีคูณแสงจะมีการตอบสนองต่อแสงสีฟ้าซึ่งมาจากสารละลายตัวเปล่งแสง, สนิมแม่เหล็กอาจมีผลต่อหลอดทวีคูณแสงโดยสนิมแม่เหล็กจะส่งผลต่อโฟโตอิเล็กตรอนทำให้เกิดการเลี้ยวเบน, อุณหภูมิก็มีผลกระทบต่อหลอดทวีคูณแสงทำให้สัญญาณรบกวน (background) มีค่าสูงขึ้น

ถ้าใช้หลอดทวีคูณแสง 1 หลอดในการวัดรังสีมักจะได้สัญญาณรบกวนจากความร้อน (thermal noise) สูง จึงมีการใช้หลอดทวีคูณแสง 2 หลอด และใช้วงจรโคอซิเดนซ์ (coincident circuit) ขึ้น เพื่อทำการลดสัญญาณรบกวนลดลงดังแสดงไว้ใน (32) รูปที่ ก.2

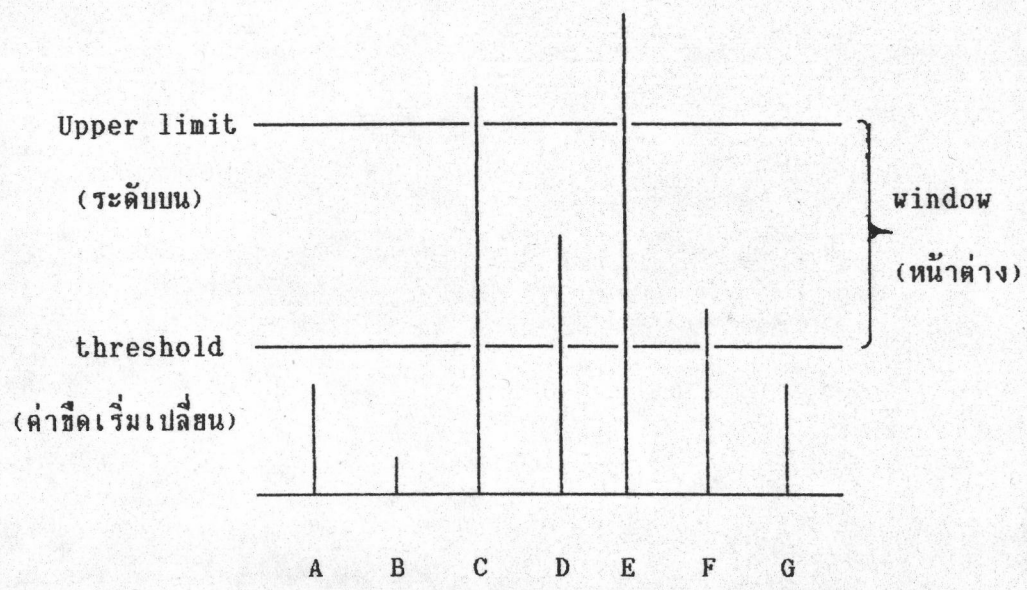


รูปที่ ก.2 เครื่องวัดรังสีซินทิลเลชันแบบหลอดทัวคูลแสง 2 หลอด

ระบบโคอินซิเดนซ์ทำหน้าที่นับจำนวนสัญญาณ(pluse) ที่เข้ามาในเวลาเดียวกันจาก รูปที่ ก.2 เมื่อสัญญาณผ่านภาคขยายหลัก(1) จะเข้าวงจรวิเคราะห์สัญญาณ(1)ที่มีตัวตัดสัญญาณระดับบน(upper level discriminator หรือULD) และตัวตัดสัญญาณระดับล่าง(lower level discriminator หรือLLD)จะถูกนับ ขณะเดียวกันสัญญาณที่ผ่านภาคขยายหลัก(2) จะเข้าวงจรLLD(2) ดังนั้นสัญญาณที่สูงกว่า LLD จะถูกนับวัด ขณะที่สัญญาณมาจากภาควิเคราะห์สัญญาณ(1)และLLD(2) จะเข้าสู่วงจรโคอินซิเดนซ์พร้อมกันจะถูกนับวัดว่าเป็น 1 สัญญาณ และ

ส่งผ่านไปยังส่วนแสดงผล (32)

เมื่อโฟโตอิเล็กตรอนถูกทวีคูณแสงโดยหลอดทวีคูณแสงจะได้สัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ สัญญาณที่จะนำมาวัดต้องมีพลังงานสูงกว่าระดับที่กำหนดด้วยตัวตัด (discriminator) 2 ชุด คือ ระดับล่าง (lower) และระดับบน (upper) สัญญาณที่จะถูกนับคือ สัญญาณที่สูงกว่าระดับล่างหรือค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold) แต่ต่ำกว่าระดับบนจะถูกนับวัดดังรูปที่ ก.3 ส่วนผลต่างระหว่างค่าขีดเริ่มเปลี่ยน และระดับบน คือ หน้าต่าง (window) (31,32)



รูปที่ ก.3 การนับวัดสัญญาณเมื่อผ่านตัวตัดระดับล่าง และระดับบน

จากรูปที่ ก.3 สัญญาณ A ถึง G ที่ผ่านภาควิเคราะห์สัญญาณ สัญญาณ D และ F จะถูกทำการนับวัดได้ และถ้าใช้หลอดทวีคูณแสง 1 หลอดในการวัดรังสีมักจะได้สัญญาณรบกวนจากความร้อน (thermal noise) สูง จึงมีการใช้หลอดทวีคูณแสง 2 หลอด และใช้วงจรโคอินทิเกรตเพื่อทำการลดสัญญาณรบกวนลงดังแสดงไว้ในรูปที่ ก.2

ก.2 การรวมสัญญาณ (pulse summation)

การรวมสัญญาณ คือ เมื่อมีการใช้ทิว PM 2 ทิวจะทำการนับวัดพร้อมกันเพื่อให้การวัดลดเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ดังรูปที่ ก.4

รูปที่ PMT 1. PMT 2. รวม(PMT 1.+ PMT 2.)

ก.	PMT 1.	Sample	PMT 2.	ก.	5	5	10
ข.	PMT 1.	Sample	PMT 2.	ข.	1	9	10
ค.	PMT 1.	Sample	PMT 2.	ค.	9	1	10

รูปที่ ก.4 การรวมสัญญาณ

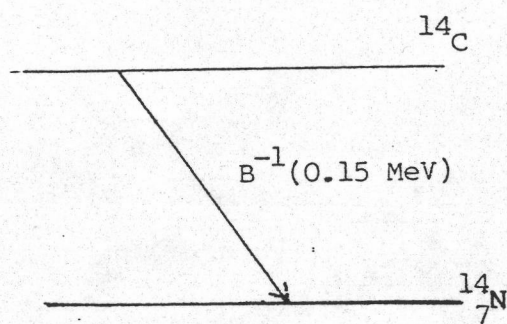
จากรูปที่ ก.4 ถ้าสมมติว่าประสิทธิภาพของโฟโตคาโทดเป็น 100% นั่นคือไม่ว่าจะเกิดรังสีตำแหน่งใดในหลอดตัวอย่าง(sample vial) PMแต่ละหัวจะทำการนับ และนำผลที่ได้นำมารวมกัน (30)

ก.3 แถบรังสีเบตา(The Beta Spectrum)

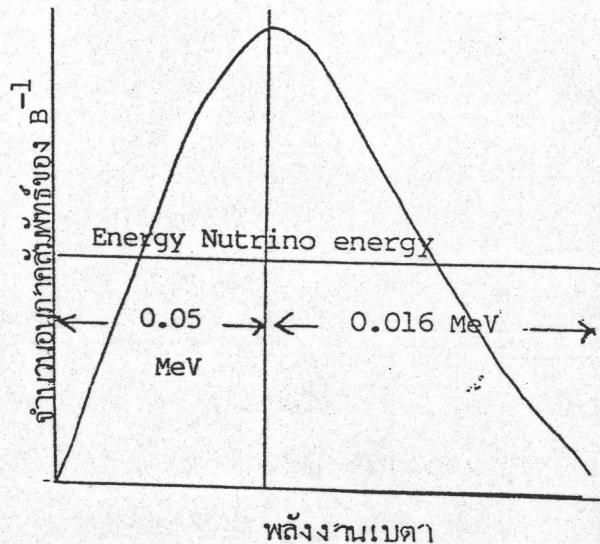
ธรรมชาติของแถบพลังงานรังสีเบตาจากต้นกำเนิดรังสีเบตา เช่น C-14, H-3, S-35 และP-32 เป็นต้นจะเป็นแบบต่อเนื่อง

ลักษณะการสลายตัวของC-14 ดังรูปที่ ก.5 จะให้อนุภาคเบตาพลังงานสูงสุด 0.158 MeV และไนโตรเจน แต่พลังงานของอนุภาคเบตาอยู่ในช่วง 0-0.158 MeV นั้นแสดงว่าเป็นแถบรังสีเบตาต่อเนื่อง(continous beta spectrum) การเกิดเป็นแถบรังสีนี้เนื่องมาจากการสลายตัวของอนุภาคเบตาจะให้อนุภาคนิวตริโนโดยพบว่า พลังงานเบตาคิดเป็น $1/3$ ของพลังงานทั้งหมด หรือคิดเป็นพลังงานเฉลี่ย 0.035 MeV ดังรูปที่ ก.6 ซึ่งทริเทียมจะมีลักษณะเหมือน

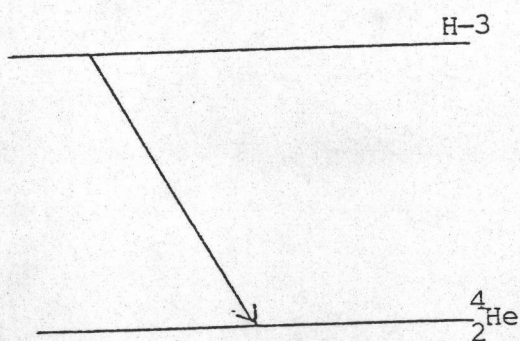
กับ C-14 มีพลังงานเบตาเฉลี่ย 0.018 MeV ดังรูปที่ ก.7 เป็นการแสดงการสลายตัวของ H-3 และรูปที่ ก.8 แสดงแถบพลังงานเบตาของ C-14 และ H-3 (30)



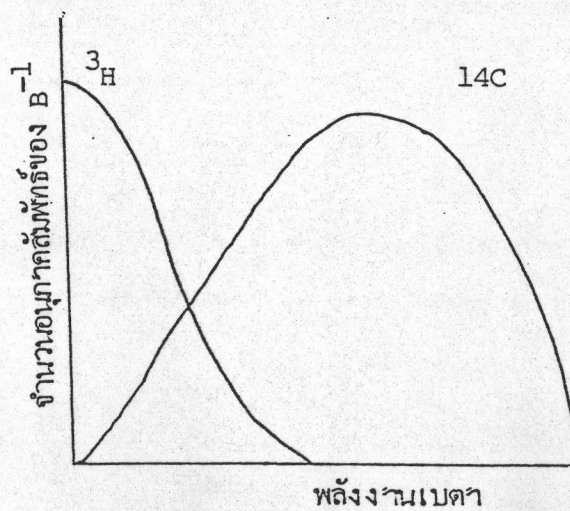
รูปที่ ก.5 การสลายตัวของ C-14 ให้รังสีเบตา



รูปที่ ก.6 แถบรังสีเบตาของ C-14



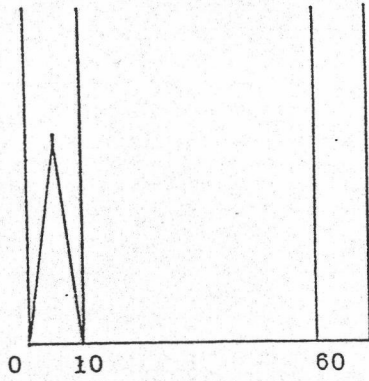
รูปที่ ก.7 การสลายตัวของ H-3 ให้รังสีเบตา



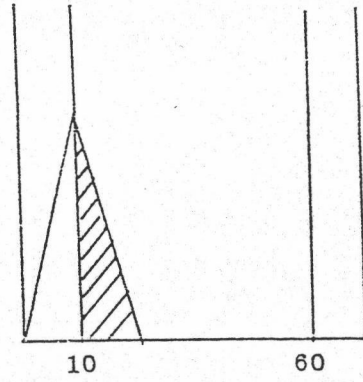
รูปที่ ก.8 แถบรังสีเบตาของ C-14 และ H-3

ก.4 ภาควิเคราะห์สัณญาณ

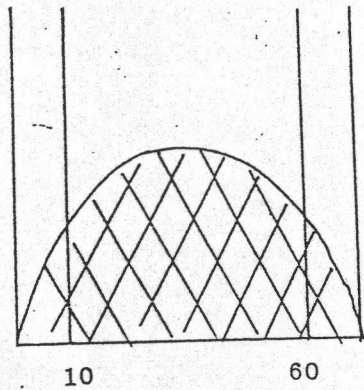
ถ้ากำหนดให้หน้าต่างโดยให้มีตัวตัดระดับล่างที่ 10 และตัวตัดระดับบนที่ 60 ในที่นี้ หน้าต่างเปิดกว้างได้สูงสุด 0 ถึง 100 โวลต์ ทำการปรับอัตราขยายที่ 1, 4, 6 และ 60 วัดต้นกำเนิดรังสี C-14 จะได้ดังรูปที่ ก.9



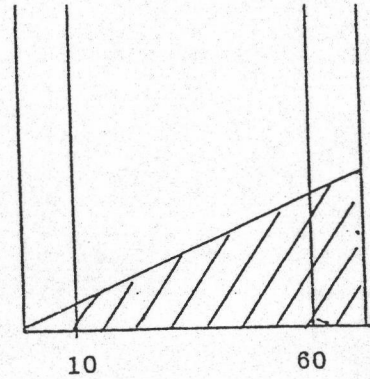
อัตราการขยาย 1



อัตราการขยาย 4



อัตราการขยาย 6

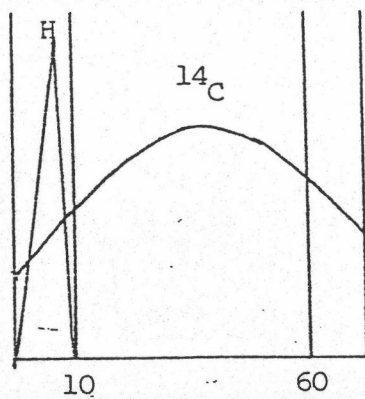


อัตราการขยาย 60

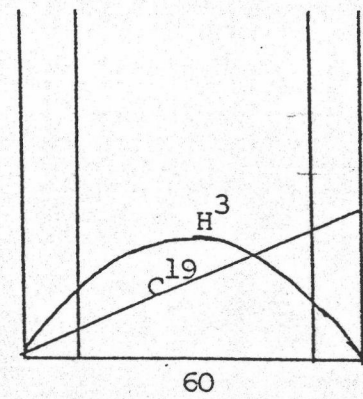
รูปที่ ก.9 อัตราการขยายมีผลต่อแถบพลังงานรังสีเบตาของC-14

จากรูปที่ ก.9 จะได้ว่าเมื่ออัตราการขยายเป็น 1 จะไม่สามารถนับวัดรังสีได้ และเมื่ออัตราการขยายเป็น 4 จะนับวัดรังสีได้ในช่วงระดับพลังงานสูง ซึ่งคิดเป็น 40% ของแถบรังสีเบตา ถ้าอัตราการขยายเป็น 6 จะวัดระดับพลังงานใกล้เคียงพลังงานเฉลี่ยของรังสีเบตาของ C-14 โดยจะไม่สามารถวัดระดับพลังงานระดับต่ำมากและสูงมากได้ ซึ่งคิดเป็น 70% ของแถบรังสีเบตา และถ้าอัตราการขยายเป็น 60 จะวัดได้แค่ระดับพลังงานต่ำ ซึ่งคิดเป็น 10% ของแถบพลังงานรังสีเบตา นั่นคือจะวัดC-14 ได้ ๗ อัตราการขยาย 6 ซึ่งถ้านับวัดH-3 จะได้ดัง รูปที่

ก.10



อัตราการขยาย 6



อัตราการขยาย 60

รูปที่ ก.10 อัตราการขยายมีผลต่อแถบพลังงานรังสีเบตาของ H-3

จากรูปที่ ก.10 สัญญาณทริเทียมมีค่าต่ำกว่า 10 เท่าของ C-14 ถ้าต้องการทำการนับวัดทริเทียมในหน้าต่างนี้ ต้องขยายสัญญาณและทำการนับวัดรังสีได้ 55-65% ของแถบพลังงานรังสีเบตาของทริเทียม

ก.5 ควENCHING (Quenching) (30)

ควENCHING คือ ปรากฏการณ์ใดๆ ในระบบวัดรังสีแบบลิควิดซินทิลเลชัน แสงที่ออกมาจากการเกิดซินทิลเลชันจะถูกดูดกลืนไว้หลายรูปแบบ

ก.5.1 ตัวอย่างอาจถูกดูดกลืนแสงด้วยตัวเปล่งแสง หรือเป็นไปได้ที่ตัวอย่างดูดกลืนรังสีด้วยตัวเอง

ก.5.2 สารละลายไม่ส่งผ่านพลังงานอนุภาคเบตาไปยังตัวเปล่งแสง

ก.5.3 ตัวเปล่งแสงดูดกลืนแสงการวาวแสง (fluorescence) ของตัวเอง

ก.5.4 ปฏิกริยาทางเคมีของสารประกอบที่นำมาวัดมีผลต่อการลดของโฟตอน

ดังนั้นควENCHING จึงเป็นปัญหาสำคัญต่อการวัด ซึ่งเมื่อมีการดูดกลืนโฟตอนทำให้ระบบการนับวัดต่ำลง

ก.6 ตัวเปล่งแสง (scintillator)

ก.6.1 ในการเตรียมตัวอย่างเมื่อใช้ในการวัดรังสีต้องคำนึงถึง

- ก.6.1.1 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของตัวอย่างที่จะนำมาวัดรังสี
- ก.6.1.2 ปริมาณไอโซโทปที่บรรจุอยู่ในตัวอย่าง
- ก.6.1.3 ระดับความเข้มรังสีในตัวอย่าง

จากการศึกษาพบว่าH-3 ต้องเอาความใจใส่ในการเตรียมตัวอย่างสูงกว่า C-14 เนื่องจากH-3 มีพลังงานเบตาต่ำ

ก.6.2 ลักษณะที่ดีของตัวเปล่งแสงปฐมภูมิที่ดี

- ก.6.2.1 มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตแสงเมื่อรับรังสี
- ก.6.2.2 ปล่องแสงออกมาในความยาวคลื่นแสงที่หลอดทวีคูณแสงรับได้ดี

ที่สุด

- ก.6.2.3 สามารถละลายและคงอยู่กับตัวอย่าง ณ อุณหภูมิที่ใช้งานใน

เครื่องวัด

- ก.6.2.4 ไม่ทำให้เกิดควันซึ่ง

- ก.6.2.5 หาได้ง่ายและราคาถูก

จากการศึกษาของKallman และFust ในปี 1955-1958 พบเรื่องเกี่ยวกับการวัดรังสีด้วยลิควิดซินทิลเลชันดังนี้ ()

ก.6.2.6 เป็นสารอโรมาติก 4 วง จะดีกว่า 3 วง ในโมเลกุลเนื่องจากจะให้ความยาวคลื่นแสงช่วงยาวกว่า

ก.6.2.7 สารอโรเมติก 4 และ 5 วง มีความสามารถในการละลายได้โดยรวมกับวงเฮกไซโรไซคลิก(heterocyclic)

ก.6.2.8 วงของสารละลายและตัวเปล่งแสงที่ดีเช่น เบนซีน, แนพทาลีน, furon, pyrrole, oxazole, 1,3,4 diazole pyridine, indole และbenzoxazole ส่วนพวกที่ไม่ดีเช่น tridazine และ banzothiazole

ก.6.2.9 กลุ่มของสารซึ่งทำให้เกิดควอนซิงคือ methy, methoxyl, fluoro และchloro ส่วนกลุ่มของสารซึ่งมีผลต่อตัวเปล่งแสง ได้แก่ bromo, iodo, nitro และ phenolic hydroxyl

ก.7 ตัวเปล่งแสงแบ่งออกเป็น

ก.7.1 ตัวอย่างของตัวทำละลายปฐมภูมิที่ให้ซินทิลเลชัน(primary solutes)(31)

ก.7.1.1 TP(p-terphrnyl) เป็นสารแรกที่น่ามาใช้ให้ปริมาณโฟตอนสูงเหมาะกับหลอดทวิคูณแสงแบบBialkali แต่สารนี้ละลายในโทลูอีนไม่ดี

ก.7.1.2 PPO(2,5-diphenyloxazole) นำมาใช้แทน TP ได้ดี เนื่องจากละลายในโทลูอีนได้สูงสามารถรวมกับสารละลายตัวอย่างได้ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ และสามารถใช้กับตัวทำละลายอื่นๆได้ดี

ก.7.1.3 PBDL(2-phenyl-5-(4(biphenyl)-1,3,4-oxadiazole) มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายปฐมภูมิ ได้ดีมากแต่ความสามารถในการละลายต่ำ และถ้าจะให้ได้ผลดีเท่ากับPPO จะต้องใช้สารPDB เป็น 2 เท่า นอกจากนี้PBDL ยังมีราคาแพงกว่าPBO มาก

ก.7.1.4 Butyl-PBD(2-(4'-t-butylpenyl)-5-(4"-biphenyl)-1,3,4 oxadiazole)เป็นส่วนผสมระหว่าง TP และPBD เป็นสารที่ละลายในสารละลายซินทิลเลชันได้ดีแต่มีคุณสมบัติที่ไม่ดีทำให้เกิดควอนซิงเริ่มเป็นที่นิยมใช้เมื่อเทียบกับซินทิลเลเตอร์อื่นแม้ว่าถ้าเตรียมตัวอย่างไม่ดีจะเกิดควอนซิง

ก.7.1.5 BBOT (2,5-bis-(5't-butylbenzoxazolyl (2')-thiophene) ให้ความยาวคลื่นแสง 435 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงความยาวคลื่นที่ขาว และมีประสิทธิภาพต่ำกว่า PPO ละลายในน้ำได้น้อย

จากการศึกษาเมื่อเทียบประสิทธิภาพจะได้ว่า PDB>PPO>BBOT และจะได้การวางแสงสูงสุดในช่วง 3600-3650 A จึงต้องเติมสารอื่นเพื่อให้ได้การวางแสงในช่วง 4400 A

ก.8 ตัวทำละลายทุกติษภูมิที่ให้นกิลเลชั่น(secondary solute) (31)

ตัวเปล่งแสงทุกติษภูมิในคอกเทล(cocktails) จะเป็นตัวทำหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพในการวัด โดยให้การส่งผ่านพลังงานจากตัวเปล่งแสงปฐมภูมิมายังตัวเปล่งแสงทุกติษภูมิ เช่น

ก.8.1 POPOP(1,4di-(5-phenyloxazolyl benzene) เป็นตัวเปล่งแสงทุกติษภูมิได้ดีโดยใช้ร่วมกับ ตัวเปล่งแสงปฐมภูมิ, ตัวทำละลาย และตัวอย่าง หลายแบบ

ก.8.2 DMPOPOP(1,4di-(2-(4-methyl-5-phenyloxazolyl)benzene) ได้มาจากอนุพันธ์POPOP และมีความสามารถละลายในโทลูอีนดีกว่าPOPOP แต่ต้องใช้ปริมาณมาก จึงเทียบเท่ากับPOPOP

ก.8.3 Bia-MSB(p-bis-(o-methylstyryl)benzene) มีความสามารถละลายได้ดีในโทลูอีน มีผลกระทบทางเคอนิงน้อยกว่าPOPOP และDMPOPOP ต้องใช้ปริมาณมาก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการให้ซินทิลเลชั่นสูง

ก.8.4 PBBO(2-(4-biphenyl)-6-phenylbenzoxazole) จะใช้ในการวัดรังสีของสารปริมาตรขนาดมากๆ

ภาคผนวก ข

ข.1 ประวัติของต้นใบชาสูบนิโคติอะนาทาแบคคุม, เบอร์เลย์, KY-14

ต้นใบชาสูบนิโคติอะนาทาแบคคุม ดังรูปที่ ข.1 ปลูกที่อำเภอท่าพล, อำเภอนางิ้ว, จังหวัดเพชรบูรณ์ได้รับพันธุ์มาจากรัฐเคนทักกี สหรัฐอเมริกา ลักษณะพันธุ์ KY-14 (เคนทักกี-14) มีชื่อทางราชการว่า เขี้ยวใหญ่ 14 มีความต้านทานโรคสูงสำหรับ โรคไฟลามทุ่ง, โรคใบด่าง และโรคเหี่ยวด้านเดียว มีความต้านทานโรคปานกลางถึงสูงต่อโรครากเน่า เป็นพันธุ์แข็งแแรงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ เบอร์เลย์-21 และ KY-14 มีลักษณะใบสั้นกว้างมีสีเขียวเข้ม, ความสูงพอกันกับเบอร์เลย์-21, โคนต้นไม่หักง่าย, แก่ช้า 7-10 วัน, ผลผลิตใบชาคุณภาพดี มีกลิ่นหอมเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นที่นิยมในการเพาะปลูกอย่างสูง (11)



รูปที่ ข.1 ต้นใบชาสูบพันธุ์เขี้ยวใหญ่ 14

ภาคผนวก ค

MS เป็นชื่อของสูตรอาหารที่ทำโดย Murashige และ Skoog ในปี 1962 ซึ่งประกอบด้วย (28, 29)

ส่วนผสม (Ingredient)	MS medium
1.1 อาหารหลัก (Macronutrients)	มิลลิกรัม/ลิตร
NH_4NO_3	1,650
KNO_3	1,900
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
KH_2PO_4	170
1.2 ธาตุเหล็ก (Iron)	
Na_2EDTA	33.6
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8
1.3 อาหารเสริม (Micronutrients)	
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22.3
$\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	8.6
H_3BO_3	6.2
KI	0.83
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25

ส่วนผสม (Ingredient) MS medium

1.3 อาหารเสริม (Micronutrients)

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025

1.4 วิตามิน (Vitamins)

glycine	2
nicotinic acid	406.26
	มิลลิกรัม/ลิตร

pyridoxine.Hcl 0.5

thiamine.HCL 0.1

1.5 myo-inositol 100

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 30,000

วันผง 8,000

ค.1 ชนิดของ MS จะขึ้นอยู่กับชนิดของฮอร์โมน (hormone) ดังนี้

ค.1.1 ถ้าเป็น MS, 10 IAA, 0.1 Kinetin หมายความว่า จะมีสูตรอาหาร (1.1)

ถึง (1.5) และมี

Cytokinin	มิลลิกรัม/ลิตร
ไคนิติน	1
IAA	10

โดยเป็นสูตรอาหารที่ใช้ในการให้อวัยวะพืชเจริญเป็นพืชต้นภายในเวลา 2 เดือน

(28, 29)

ค.1.2 ถ้าเป็น MS 11.5 μ MNAA และ 1 μ Mไคนิติน หมายความว่าจะมีสูตรอาหาร

(1.1) ถึง (1.5) และมี

Cytokinin	มิลลิกรัม/ลิตร
ไคนิติน	0.21521
NAA	2.1413

โดยเป็นสูตรอาหารที่ทำให้อวัยวะของต้นพืชกลายเป็นคลอรัส(เนื้อเยื่อพืชที่เจริญโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง) (18)

ค.1.3 ถ้าเป็น MS 0.1 μ MNAA และ 1 μ Mไคนิติน หมายความว่าจะมีสูตรอาหาร

ตั้งแต่ (1.1) ถึง (1.5) และมี

Cytokinin	มิลลิกรัม/ลิตร
ไคนิติน	0.21521
NAA	0.0182

โดยสูตรอาหารนี้จะทำให้คลอรัสสังเคราะห์ไคนิตินได้สูงสุด (15)

หมายเหตุ การเจริญเติบโตของพืชตามปกติและสม่ำเสมอต้องอาศัยฮอร์โมนในรูป ออกซิน(auxin (เช่น IAA และ NAA)), และ cytokinin (เช่น kinetin)

- IAA(indole-3-acetic acid) มีความสามารถที่จะทำให้เซลล์แบ่งตัวเป็นเซลล์อวัยวะของยอดลำต้น

- NAA(α -naphthaleneacetic acid) ทำหน้าที่ให้เซลล์แบ่งตัวเป็นคลอรัส

- ไคนิติน ทำให้เซลล์มีการแบ่งตัวเพื่อกลายเป็นเซลล์ราก

ภาคผนวก ง

ง.1 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.1.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

ง.1.1.1 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ซีซี. 4 ใบ 1000 ซีซี. 2

ใบ

ง.1.1.2 หม้อโลหะไร้สนิม 2000 ซีซี. พร้อมแท่งแก้วกวนสาร

ง.1.1.3 สารเคมีดังในภาคผนวก ค

ง.1.1.4 สารละลายปรับกรดและเบส คือ 1 N NaOH และ 1 N HCl

ง.1.1.5 เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง

ง.1.1.6 Hot-plate

ง.1.1.7 หม้อนึ่งภายใต้ความดัน (autoclave)

ง.1.1.8 ตู้อบฆ่าเชื้อ(ฆ่าเชื้ออบที่ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

2-3 ชม.)

ง.1.1.9 แหล่งกำเนิดรังสี Co-60 ความแรงรังสี 90 กิโลคูรี

การเตรียมอาหารที่จะนำไปใช้ให้แก่เซลล์ของพืชเพื่อการเจริญเติบโตประกอบไปด้วยธาตุอาหารสำคัญต่างๆ ได้แก่ อาหารหลัก,อาหารเสริม เกลือแร่, วิตามินและฮอว์โมนซึ่งเป็นตัวเร่งการเจริญเติบโตของเซลล์พืช ดังนั้นอาหารที่ใช้จึงมีความสำคัญต่อพืชมาก และจะมีผลต่อการผลิตของพืชออกมาในแง่ต่าง ๆ กัน จึงทำให้มีหลายสูตรอาหาร

โดยเฉพาะในสูตรอาหารนี้กรดนิโคตินิกที่เป็นสารตั้งต้นของนิโคตินก็จะประกอบอยู่ในสูตรอาหารนี้ด้วย การฆ่าเชือนั้นจะทำหลังจากการเตรียมอาหารเสร็จ เพื่อให้อาหารอยู่ในสภาพปลอดเชือนั่นเอง(26)

ง.2 การทำไว้เชื้อในการทดลองจะมี 2 วิธี

ง.2.1 การฆ่าเชื้อควันไอน้ำที่ความดัน 10 ปอนด์ ๗ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

ง.2.2 การฆ่าเชื้อด้วยรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิด CO-60

ง.3 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S

จากสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ Murashige และ Skoogs (1962) ซึ่งมีสูตรดัง
ในภาคผนวก (ค)

ง.3.1 การเตรียมสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (26)

ง.3.1.1 อาหารหลัก (Macronutrients stocks)

ง.3.1.1.1 เติมน้ำจัดไอออน 400 ซีซี. ในบีกเกอร์ 1 ลิตร ซึ่งน้ำหนักและละลายสารเกลือแร่ในสูตรอาหาร (1.1) ของภาคผนวก ค จากนั้นเก็บไว้
ตู้เย็น

ง.3.1.2 อาหารเสริม (Micronutrients stock)

ง.3.1.2.1 เติมน้ำจัดไอออนแล้ว 400 ซีซี. ในบีกเกอร์ 1 ลิตร ซึ่งน้ำหนักและละลายสารเกลือแร่ในสูตรอาหาร (1.3) ของภาคผนวก ค ตั้งแต่ 1-4 ตามลำดับ จากนั้นเก็บเอาไว้

ง.3.1.2.2 เติมเกลือแร่ในสูตรอาหาร (1.3) ตั้งแต่ 5-7 ในแก้วที่ 1 ละลายในน้ำ 80 ซีซี. ปรับเป็น 100 ซีซี. ลงในขวดปริมาตรมาตรฐาน (volumetric flask) 100 ซีซี. จากนั้นเก็บเอาไว้

ง.3.1.2.3 ผสมสารละลายในข้อ ง.3.1.2.2 มาถึง 1 ซีซี. เติมลงในสารละลายในข้อ ง.3.1.2.1 จากนั้นปรับสารละลายเป็น 1000 ซีซี. ด้วยขวดปริมาตรมาตรฐาน (volumetric flask) 1000 ซีซี. แล้วเก็บไว้ในขวดสีชา (เพื่อป้องกันแสง

ที่อาจเป็นตัวทำลายแร่ธาตุ) ทำการติดตามของเชื้อสารละลายและเวลาที่ และเก็บไว้ในตู้เย็น)

ง.3.1.3 ธาตุเหล็ก(Iron stock)

ง.3.1.3.1 เติมน้ำกรดไฮออน 80 ซีซี. ลงในบีกเกอร์ 100 ซีซี. ซึ่งน้ำหนักและละลายเกลือแร่ในสูตรอาหาร(1.2)จากภาคผนวก ค ตั้งแต่ 1-2 ตามลำดับ จากนั้นปรับเป็น 100 ซีซี. ด้วยขนาดปริมาตรมาตรฐาน 100 ซีซี. ทำการติดตามบอกเชื้อสารละลายและเวลาที่ทำเก็บไว้ในตู้เย็น

ง.3.1.4 วิตามิน(Vitamin)

ง.3.1.4.1 เติมน้ำ 50 ซีซี. ลงในบีกเกอร์ 100 ซีซี. ซึ่งน้ำหนักและละลายวิตามินในสูตรอาหาร(1.4)จากภาคผนวก(1.5)ตั้งแต่ลำดับ 1-4 จากนั้นปรับเป็น 100 ซีซี. ด้วยขนาดปริมาตรมาตรฐาน 100 ซีซี. เก็บในตู้เย็น ทำการติดตามบอกเชื้อสารละลายและเวลาที่ทำ

ง.3.1.4.2 คุดสารละลายในข้อ ง.3.1.4.1 มา 10 ซีซี. ปรับให้เป็น 100 ปรับเป็น 100 ซีซี. ด้วยขนาดปริมาตรมาตรฐาน 100 ซีซี. เก็บในตู้เย็น เพื่อป้องกันการสลายตัวของวิตามินเนื่องจากความร้อน ทำการติดตามบอกเชื้อสารละลาย และเวลาที่ทำไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 เดือน เนื่องจากจะเสียได้

ง.3.1.5 ไซโตคินิน(Cytokinin stock)

ง.3.1.5.1 ไซโตคินิน(k)มา 10 มิลลิกรัม มาละลายใน 1 N HCl มา 2-3 ซีซี. จากนั้นปรับเป็น 100 ซีซี. ด้วยขนาดปริมาตรมาตรฐาน 100 ซีซี. ทำการติดตามบอกเชื้อ และเวลาที่ทำเก็บไว้ในตู้เย็น

ง.4 ขั้นตอนในการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 10IAA, 0.1K 1 ลิตร(25)

ง.4.1 ตวงสารละลายธาตุเหล็ก 5 ซีซี., สารละลายอาหารเสริม 10 ซีซี., ไซโตคินิน 1 ซีซี. ลงในสารละลายอาหารหลักกลายเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.4.2 ingsไมโยอินอสสลิทอล(myoinositol) 100 มิลลิกรัม ละลายในอาหาร
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.4.3 ings IAA 10 มิลลิกรัม สารละลายใน 1N NaOH 2-3 หยด จนกระทั่ง
ละลายหมดแล้ว นำไปผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการที่เราไม่เตรียม IAA เป็นสาร
ละลายที่เก็บเอาไว้เนื่องจากฮอร์โมนจะเสื่อมไป เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันถ้าเก็บไว้นาน

ง.4.4 ingsเคซีน(casine(Edmin,1962)) 100 มิลลิกรัม ละลายใน 1 N
NaOH 80 ซีซี. แล้วปรับเป็น 100 ซีซี. ด้วยขวดปริมาตรมาตรฐาน ตวงมา 1 ซีซี.นำไปใส่
ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.4.5 นำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปรับปริมาตรเป็น 800 ซีซี. แล้วปรับ
พีเอช 5.7 ด้วย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl จากนั้นปรับเป็น 1000 ซีซี. ด้วยขวดปริมาตร
มาตรฐานติดฉลากว่า M&S, 10 IAA, 0.1 k เก็บไว้ในตู้เย็น

ง.5 ขั้นตอนในการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 1 μ M ไคนิติน, 11.5 μ M NAA
(18,25)

ง.5.1 มีวิธีการเตรียมเช่นเดียวกับ M&S 10 IAA, 0.1 k แต่จะไม่มี IAA
มี NAA แทน

ง.5.2 ingsNAA มา 1 กรัม หยดสารละลายต่าง 1 N NaOH ละลายจนหมดจาก
นั้นปรับเป็น 1000 ซีซี. ด้วยขวดปริมาตรมาตรฐาน แล้วดูดสารละลาย NAA 2.1413 ซีซี. ใส่
ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.5.3 ingsดูดสารละลายไคนิติน 0.21521 ซีซี. ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ง.5.4 นำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปรับเป็น 800 ซีซี. มาปรับพีเอชเป็น
5.7 แล้วปรับด้วยขวดปริมาตรมาตรฐาน จะได้อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 11.5 μ M NAA
, 1 μ M ไคนิติน

ง.6 ขั้นตอนในการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 1 μ M ไคนิติน, 1 μ M NAA

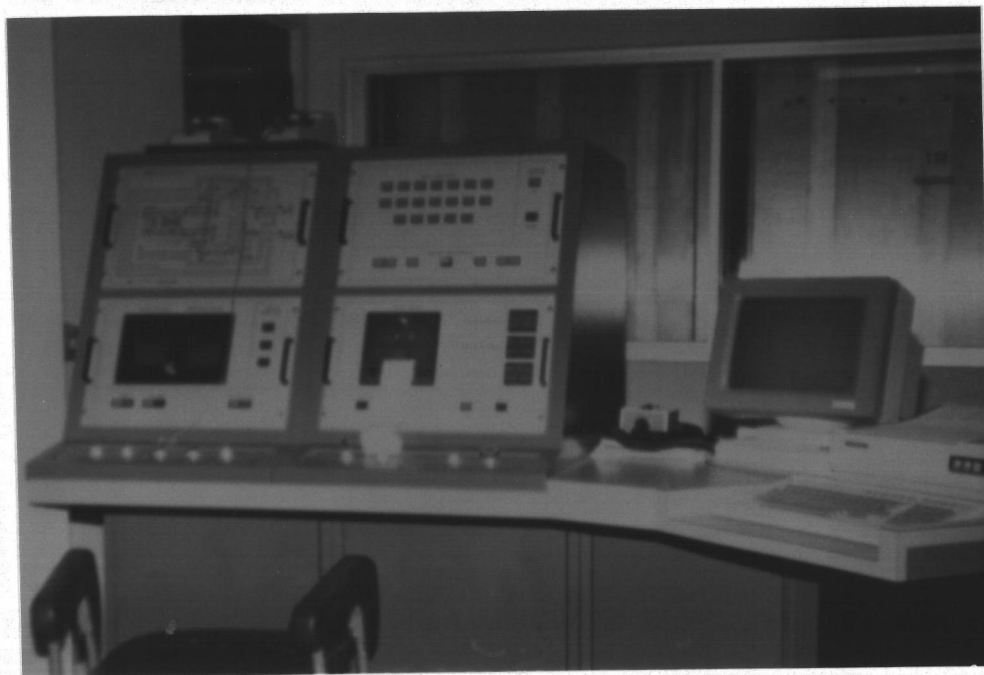
- ง.6.1 ลักษณะการเตรียมเหมือนกับอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 1 μ M ไคนิตินและ 11.5 μ M NAA เพียงแต่เปลี่ยนปริมาณ NAA เป็น 1 μ M แทน
- ง.6.2 ตวงสารละลาย NAA 0.0182 ซีซี. ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ง.6.3 นำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปรับเป็น 800 ซีซี. มาปรับเป็นพีเอช 5.7 แล้วปรับเป็น 1000 ซีซี. ด้วยขวดปริมาตรมาตรฐาน จะได้อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 1 μ M ไคนิติน และ 1 μ M NAA

ง.7 การทำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบวัน (28)

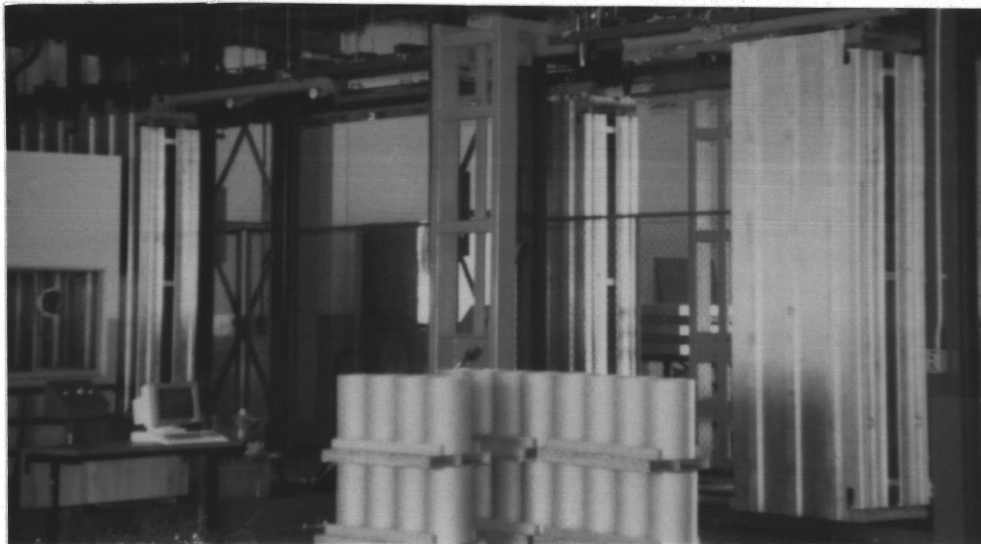
- ง.7.1 นำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S 1000 ซีซี. มาเติมน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 30 กรัม กวนให้ละลายเข้ากันหมดจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- ง.7.2 เติมน้ำ 8 กรัมลงไป จากนั้นทำการต้มอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้หลอมวันละลายเป็นเนื้อเดียวกับอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ง.7.3 ทิ้งอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้ความร้อนลดลงมาที่ 60-45 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาล 10 ซีซี. กวนให้ทั่ว จากนั้นเติมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาด 4 ออนซ์ ตามปริมาณที่ต้องการ
- ง.7.4 ทำการฆ่าเชื้ออาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (M&S-Sucrose-Agar) โดยอาศัยหม้อนึ่งภายใต้ความดัน (autoclave) ดังรูปที่ ง.1 ณ ความดัน 10 ปอนด์ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สำหรับอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ไม่มีสารรังสี แต่ถ้ามีสารกัมมันตรังสี จะนำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปอบรังสีแกมมาเพื่อฆ่าเชื้อ ณ ศูนย์ฉายรังสีของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ดังรูปที่ ง.2 โดยให้โดสรวม (Total Dose) ประมาณ 25 กิโลเกรย์ หรือ 2.5 เมกะแรด เป็นเวลา 2 ชม. ดังรูปที่ ง.3 ณ อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส



รูปที่ ง.1 หม้อนึ่งภายใต้ความดัน (autoclave)



รูปที่ ง.2 สถานที่ฉายรังสีเพื่อทำให้ไร้เชื้อ ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ



รูปที่ ง.3 การวางภาชนะการบรรจุในการฉายรังสีรวมทั้งขนาดและน้ำหนักของภาชนะที่บรรจุ

ง.7.5 หลังจากทำการปลอดเชื้อให้ทิ้งไว้ 2 วัน แล้วตรวจสอบว่ามีการเปราะ
 เปื้อนของเชื้อรา และแบคทีเรียหรือไม่ทั้งสองอย่าง ถ้าพบว่าการเปราะเปื้อนก็จะกำจัดทิ้งไป
 ส่วนที่ไม่มีการเปราะเปื้อนก็จะเก็บไว้เพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเชื้อต่อไป นอกจากนี้ภาชนะแก้วที่
 บรรจุอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเชื้อ เมื่อผ่านการฉายรังสี จะทำให้กระจกแก้วสีใสกลายเป็นสี
 น้ำตาล ดังรูป ง.4



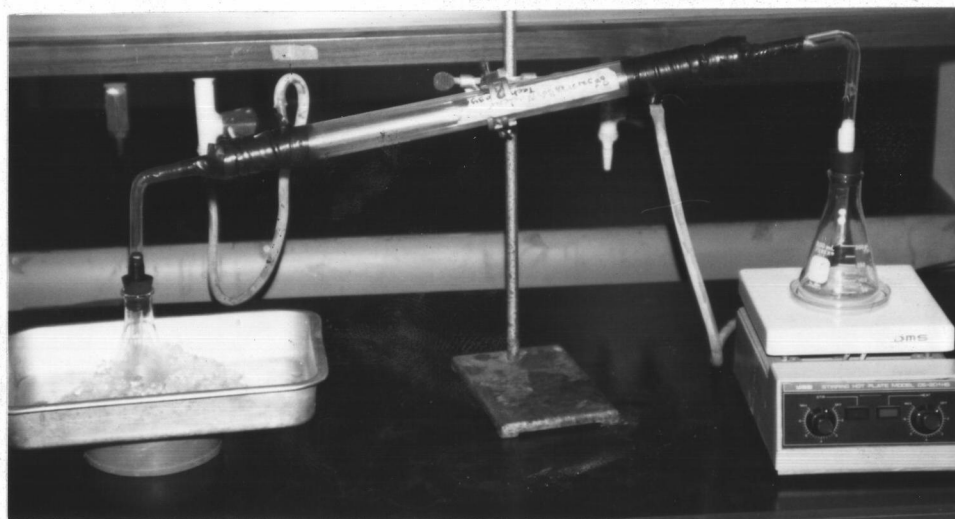
รูปที่ ง.4 ลักษณะขวดแก้วหลังการฉายรังสี

ภาคผนวก จ

จ.1 การสังเคราะห์ไดเอโซมีเทน(diazomethane)

ไดเอโซมีเทน CH_2N_2 มีจุดเดือด -24 องศาเซลเซียส เป็นสารที่ระเหยได้ง่าย มีความสามารถกลายเป็นก๊าซสูง ดังนั้นในการจะใช้งานจำเป็นต้องเตรียมขึ้นมาทันทีและรีบนำไปใช้ ในการสังเคราะห์ไดเอโซมีเทนต้องเตรียมขึ้นในตู้ควันทันเพื่อป้องกันการระเบิด เครื่องแก้วและชุดกลั่นที่ใช้จะต้องไม่มีข้อต่อ และในระหว่างที่เตรียมห้ามนำไปถูกแสงแดด หรือแหล่งพลังงานความร้อนโดยตรง เพราะจะเกิดการระเบิดได้สูงมาก

การเตรียมไดเอโซมีเทน นำ *N*-methyl-*N*-nitrosotoluene-*p*-sulphonamide ในอีเทอร์ 30 มิลลิลิตร ที่แช่ให้เย็นในน้ำแข็ง แล้วจึงเติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 10 มิลลิลิตร (มีโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ลงไปจนกระทั่งละลายหมด) หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จึงทำการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นในรูป จ.1 เอาเอทิลไดเอโซมีเทน (ethereal diazomethane) ด้วยเครื่องอังไอน้ำ จะได้สารละลายเอทิลประกอบไปด้วย ไดเอโซมีเทน 0.32-0.35 กรัม



รูปที่ จ.1 เครื่องกลั่นไดเอโซมีเทน

ภาคผนวก ฉ

ฉ.1 สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดนิโคตินิกกับค่าดูดกลืนแสง จากตาราง

ที่ ฉ.1

ตารางที่ ฉ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดนิโคตินิกกับค่าดูดกลืนแสง

ความเข้มข้น $\times 10^{-3}$ มิลลิกรัม	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ความผิดพลาด
0	0	0	0	0	0	0
2	0.186	0.183	0.197	0.189	0.006018	3.190012
4	0.374	0.383	0.365	0.374	0.007348	1.964831
6	0.554	0.557	0.558	0.556	0.001699	0.305513
8	0.672	0.676	0.674	0.674	0.001632	0.242283
10	0.761	0.758	0.764	0.761	0.002449	0.321877

สมการเชิงเส้นตรง

ค่าคงที่	0, Std Err of Y Est	0.0458
R Squared	0.9755, No. of Observations	6
Degrees of Freedom	5, X Coefficient(s)	0.082787
Std Err of Coef.	0.0030	

สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นกับค่าดูดกลืนแสง

$$\text{ค่าดูดกลืนแสง} = 0.082787 (\text{ความเข้มข้นของกรดนิโคตินิก} \times 10^{-3} \text{ มิลลิกรัม})$$

จ.2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของนิโคตินกับค่าดูดกลืนแสง จากตารางที่ จ.2
 ตารางที่ จ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของนิโคตินกับค่าดูดกลืนแสง

ความเข้มข้น $\times 10^{-5}$ มิลลิกรัม	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ความผิดพลาด
0	0	0	0	0	0	0
1	0.15	0.147	0.151	0.149	0.001699	1.138173
2	0.32	0.324	0.326	0.323	0.002494	0.771475
4	0.606	0.607	0.608	0.607	0.000816	0.134513
6	0.833	0.838	0.822	0.831	0.006683	0.804249
8	1.087	1.120	1.116	1.108	0.014704	1.327520
10	1.258	1.259	1.246	1.254	0.005906	0.470902

สมการเชิงเส้นตรง

ค่าคงที่	0,	Std Err of Y Est	0.0542
R Squared	0.9871,	No. of Observations	7
Degrees of Freedom	6,	X Coefficient(s)	0.1339
Std Err of Coef.	0.0036		

สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นกับค่าดูดกลืนแสง

$$\text{ค่าดูดกลืนแสง} = 0.133995 (\text{ความเข้มข้นของนิโคติน} \times 10^{-5} \text{ มิลลิกรัม})$$

ฉ.3 การหาพลาโท และไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสมของต้นกำเนิดรังสี H-3 จากเครื่องนับวัดรังสี จากเครื่องนับวัดรังสีชนิดซินทิลเลชัน จากตารางที่ ฉ.3

ตารางที่ ฉ.3 พลาโท และไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสมในการวัดด้วยเครื่องนับวัดชนิดซินทิลเลชัน ของต้นกำเนิดรังสี H-3

กำหนดให้ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน 425 โวลต์, ช่อง B, หน้าต่าง 1000 โวลต์, อัตราขยาย 10

ค่าแรงดันไฟฟ้าสูง โวลต์	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
1000	17630	17763	17625	17672.66	63.9079	0.361620
1100	25945	25561	25579	25695	176.9293	0.688575
1200	29051	29144	29389	29194.66	142.5630	0.488318
1300	31199	30752	31072	31007.66	188.0714	0.606532
1400	31620	31387	31422	31476.33	102.5876	0.325919
1500	31614	31859	31499	31657.33	150.1295	0.474233
1600	31998	31642	31473	31704.33	218.8154	0.690175
1700	31385	31580	31398	31454.33	89.0181	0.283007
1800	30184	30558	31005	30582.33	335.6132	1.097408

จะได้ค่าไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสม 1500 โวลต์ และพลาโท 1400-1600 โวลต์

ฉ.4 การหาพลาโท และไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสมของเครื่องนับวัดรังสีลิควิดซินทิลเลชันของต้น

กำเนิดรังสี C-14 จากตารางที่ ฉ.4

ตารางที่ ฉ.4 พลาโท และไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสมในการวัดด้วยเครื่องนับวัดลิควิดซินทิลเลชัน
ของต้นกำเนิดรังสี C-14

กำหนดให้ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน 240 โวลต์, ช่อง A, หน้าต่าง 1000 โวลต์, อัตราขยาย 1

ค่าแรงดันไฟฟ้าสูง โวลต์	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
700	41	34	40	38.33	3.091206	8.064016
800	930	987	924	947	28.39013	2.997902
900	11029	11322	10097	10816	522.2917	4.828880
1000	21051	21439	21509	21333	201.4414	0.944271
1100	23300	23141	23171	23204	68.97825	0.297268
1200	17763	18053	17901	17905.66	118.4379	0.661455
1300	12089	11911	12031	12010.33	74.1230	0.617160

จะได้ค่าไฟฟ้าแรงสูงเหมาะสม 1100 โวลต์ และพลาโท 900-1200 โวลต์

ฉ.5 การสังเคราะห์กรดนิโคตินิก C-14

ฉ.5.1 การสังเคราะห์กรดนิโคตินิกจากนิโคตินามีคจะได้สารประกอบกรดที่มีกรดนิโคตินิกเจือปน โดยตรวจสอบด้วยเครื่องวัดอัลตราไวโอเลตสเปกโตรมิเตอร์

ตารางที่ ฉ.5.1 เปอร์เซนต์กรดนิโคตินิกจากสารที่สังเคราะห์จากนิโคตินามีค

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
สารละลายสารกรด	0.65	0.569	0.613	0.610666	0.033109	5.421819

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง = $0.082787(\text{ความเข้มข้น} \times 10^{-3} \text{ มิลลิกรัม/ซีซี.})$

จะได้สารประกอบกรดที่มีกรดนิโคตินิกเจือปน 7.376351×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี. ซึ่ง
เป็น 73.76351% จากสารประกอบกรด 10×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี.

แต่ในการสังเคราะห์กรดนิโคตินิก C-14 นำสารประกอบอามีคมาอบรังสีนิวตรอน
แล้วนำมาวัดความแรงรังสี โดยใช้อามีคกัมมันตรังสี 1 มิลลิกรัม ละลายในเตตราไฮโดรฟูราน
5 มิลลิลิตร และสารละลายคอกเทล 15 มิลลิลิตร ได้ความแรงรังสี จะได้ดังตารางที่ ฉ.5.2

ตารางที่ ๕.๕.๒ ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของอามืดกัมมันตรังสี

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
อามืดกัมมันตรังสี	11369.76	11436.04	11356.97	11387.59	34.65471	0.304319

แต่background (กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ ๕.๕.๒.๑

ตารางที่ ๕.๕.๒.๑ ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	223	242	225	230	8.524474	3.706293

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของอามืดกัมมันตรังสี = $\text{COUNT} - \text{BACKGROUND} = 11157.59 \text{ cpm/มิลลิกรัม}$

ต่อมาผ่านกระบวนการทางเคมีเปลี่ยนสารอามืดรังสีกลายเป็นสารกรดรังสี นำสารกรดกัมมันตรังสีมาวัดความแรงรังสี โดยใช้กรดกัมมันตรังสี 1 มิลลิกรัม ละลายในเตตราไฮโดรฟوران 8 มิลลิลิตรและสารละลายคอกเทล 12 มิลลิลิตรได้ความแรงรังสีดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ จ.5.3 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของกรดกัมมันตรังสี

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
กรดกัมมันตรังสี	4346.05	4331.58	4360.53	4346.05	11.81711	0.271918

แต่background(กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ จ.5.3.1

ตารางที่ จ.5.3.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	218	203	204	208.33	6.8476	3.286822

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของกรดกัมมันตรังสี= COUNT-BACKGROUND=4137.692 cpm/มิลลิกรัม

นำกรดกัมมันตรังสีมาทำให้บริสุทธิ์ให้ได้กรดนิโคตินิกรังสี นำกรดนิโคตินิกC-14 มาวัดความแรงรังสีโดยใช้สารกรด C-14 2 มิลลิกรัม ละลายในเตทตราไฮโดรฟูราน 8 มิลลิลิตร และสารละลายคอกเทล 12 มิลลิลิตร ได้ความแรงรังสีดังตารางที่ จ.5.4

ตารางที่ ๕.๕.๔ ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของกรดกัมมันตรังสี

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
กรด C-14	1403.7	1413	1419.8	1412.17	6.5992	0.46731

แต่background (กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ ๕.๕.๔.๑

ตารางที่ ๕.๕.๔.๑ ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CP10 นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	736	747	696	726.3	2.191	3.0171

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของกรด C-14 = COUNT-BACKGROUND = 669.77 cpm/มิลลิกรัม

ทำการหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดนิโคตินิกกัมมันตรังสีในสารประกอบกรด C-14 ด้วย
เครื่องวัดอัลตราไวโอเลตสเปกโตรมิเตอร์ ดังตารางที่ ๕.๕.๕

ตารางที่ ๑.5.5 เปอร์เซนต์กรดนิโคตินิกจากกรด C-14

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
สารละลายสารกรด	0.591	0.633	0.664	0.6293	0.0299	4.7534

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง = $0.082787(\text{ความเข้มข้น} \times 10^{-3} \text{ มิลลิกรัม/ซีซี.})$

จะได้สารประกอบกรดที่มีกรดนิโคตินิกเจือปน 7.602×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี. ซึ่ง
เป็น 76.02% จากสารประกอบกรด 10×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี.

๑.6 การสังเคราะห์กรดนิโคตินิก H-3

การสังเคราะห์กรดนิโคตินิก H-3 จากการนำกรดนิโคตินิกผสมกับลิเซียมคาร์บอเนต
นำไปอาบรังสีนิวตรอน ได้สารกรดนิโคตินิกกัมมันตรังสีมาละลายในเตตราไฮโดรฟuran 8 มิลลิ
ลิตร และสารละลายคอกเทล 12 มิลลิลิตร ได้ความแรงรังสี ดังตารางที่ ๑.6.1

ตารางที่ ๑.6.1 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของกรด H-3

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
กรด H-3	352996	349135	348416	350182.3	2011.099	0.5743

แต่background (กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ จ.6.1.1

ตารางที่ จ.6.1.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CP40 นาที)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	21487	21798	21642.5	12.469	0.0576

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของกรด H-3 = COUNT-BACKGROUND = 349641.2 cpm/มิลลิกรัม

ทำการหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดนิโคตินิกในสารประกอบกรด H-3 ด้วยเครื่องวัด

อัลตราไวโอเลตสเปกโตรมิเตอร์ ดังตารางที่ จ.6.2

ตารางที่ จ.6.2 เปอร์เซนต์กรดนิโคตินิกจากกรด H-3

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
สารละลายสารกรด	0.621	0.611	0.605	0.612	0.0066	1.078

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง = 0.082787 (ความเข้มข้น $\times 10^{-3}$ มิลลิกรัม/ซีซี.)

จะได้สารประกอบกรด H-3 ที่มีกรดนิโคตินิกเจือปน 7.396×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี. ซึ่ง

เป็น 73.96% จากสารประกอบกรด 10×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี.

เพื่อให้สารประกอบกรด H-3 มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น จึงทำการเพิ่มความบริสุทธิ์โดยการระเหยสาร จะได้กรดนิโคตินิกที่มีความบริสุทธิ์สูง นำไปหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดนิโคตินิกกัมมันตรังสีในสารประกอบกรดรังสี ด้วยเครื่องวัดอัลตราไวโอเลตสเปกโตรมิเตอร์ ดังตารางที่

ฉ.6.3

ตารางที่ ฉ.6.3 เปอร์เซนต์กรดนิโคตินิกที่ผ่านการenrichจากกรด H-3

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
สารละลายสารกรด	0.981	1.012	0.996	0.9963	0.0127	1.270

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง = 0.082787 (ความเข้มข้น ($\times 10^{-3}$ มิลลิกรัม/ซีซี.))

จะได้สารประกอบกรด H-3 ที่มีกรดนิโคตินิกเจือปน 12.03×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี. ซึ่งจากสารประกอบกรด 12.3×10^{-3} มิลลิกรัม/ซีซี. หรือคำนวณจาก 97.84%

จากนั้นกำจัดทริเทียมที่เคลื่อนย้ายได้ (labile) ออก โดยการล้างด้วยน้ำกลั่น และกลั่นออกเป็นลำดับส่วน จะได้ว่าส่วนใดไม่สามารถวัดกัมมันตภาพรังสีได้แสดงว่ากรดนิโคตินิกกัมมันตรังสีในขวดกลั่นปราศจากทริเทียมที่เคลื่อนย้าย ดังตาราง ฉ.6.4

ตารางที่ ๑.6.4 ปริมาณที่เชื่อมที่ตำแหน่งที่เคลื่อนย้ายในสารละลายแต่ละลำดับส่วนที่เก็บใน
ขวดรองรับ

ส่วนที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
1	6931	6794	6862.5	8.276	0.1210
2	4100	3755	3927.5	13.134	0.3344
3	3984	3975	3979.5	2.121	0.0533
4	3659	3546	3602.5	7.517	0.2086
5	3121	3118	3119.5	1.225	0.0393
6	3206	3257	3231.5	5.049	0.1563
7	3067	2942	3004.5	7.096	0.2631
8	2949	3049	2999	7.071	0.2358
9	2934	3044	2989	7.416	0.2481
10	2834	2747	2790.5	6.595	0.2363

แต่background (กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ ๑.6.4.1

ตารางที่ จ.6.4.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP10นาท)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	2859	2798	2801	2866.5	30.5	1.064

จะได้ส่วนที่ 10 เป็นสารละลายกรดไนโคตินิก H-3 ที่ปราศจากทริเทียมอิสระ จาก
 นั้นนำกรดไนโคตินิกกัมมันตรังสี ทำการวัดรังสี ดังตาราง จ.6.5

ตารางที่ จ.6.5 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของกรดH-3

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CPM)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
กรด H-3	91753	89856	90178	90595.67	828.84	0.91489

แต่background(กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ จ.6.5.1

ตารางที่ ๑.6.5.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP10นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	11986	11942	12180	12036	103.39	0.8590

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของกรด H-3 = COUNT-BACKGROUND=8758.67 cpm/มิลลิกรัม

๑.7 การหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดลิวทอนเทิลเลชันใช้ในการทดลองวัดทริเทียม

เมื่อนำทริเทียมความแรงรังสี 185 MBq/ml. ปริมาณ 10 ไมโครลิตร ผลิตเมื่อ มค. 1983 นำมาวัดรังสี ๗ วันที่ 13 กค. 1990 สามารถคำนวณความแรงรังสี ๗ วันที่ 13 กค. 1990 จะได้ปริมาณกัมมันตรังสีจากสมการ

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$A_t = \text{ความแรงรังสี ๗ วันที่ 13 กค. 1990}$$

$$A_0 = \text{ความแรงรังสี เมื่อ มค. 1983}$$

$$\lambda = \text{ค่าคงที่ในการสลายตัว} = 0.693/T_{1/2}$$

$$T_{1/2} = \text{ค่าครึ่งชีวิตในการสลายตัวของทริเทียม คือ 12.26 ปี}$$

$$T = \text{ช่วงเวลาตั้งแต่ มค. 1983 ถึง 13 กค. 1990 เป็นเวลา 7.6189 ปี}$$

คำนวณความแรงรังสี ๗ วันที่ 13 กค. 1990 เป็น 1202.64 KBq.

ในวันที่ 13 กค. 1990 นำทริเทียม 10 ไมโครลิตร ละลายในเตตราไฮโดรฟู

ราน 5 มิลลิลิตร และคอกเทล 15 มิลลิลิตร จะมีความแรงรังสี ดังตารางที่ จ.7.1

ตารางที่ จ.7.1 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของH-3

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP 4 วินาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
H-3 10 μ l	631995	635034	628444	631824.3	2693.06	0.42635

แต่background(กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ จ.7.1.1

ตารางที่ จ.7.1.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP40นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	19844	19387	19326	19519	231.15	1.1843

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของ H-3= COUNT-BACKGROUND=157947.9 cpm/มิลลิกัม

แต่ในวันที่ 13 กค. 1990 นำทริเทียม 10 ไมโครลิตร ละลายในเตตราไฮโดร

ฟูราน 8 มิลลิลิตร และคอกเทล 12 มิลลิลิตร จะมีความแรงรังสี ดังตารางที่ จ.7.2

ตารางที่ จ.7.2 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของH-3

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP 4 วินาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
H-3 10 μ l	780050	793596	792795	788813.6	6250.47	0.78663

แต่background(กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ จ.7.2.1

ตารางที่ จ.7.2.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี(CP40นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	19844	19387	19326	19669	242.55	1.2332

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของ H-3= COUNT-BACKGROUND=197195.2 cpm/มิลลิกรัม

จะได้ประสิทธิภาพในการนับวัดจากสมการ

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการนับวัด = $\frac{\text{ค่านับวัดที่ได้จากการทดลอง}}{\text{ค่านับวัดที่ได้จากการคำนวณ}} \times 100$

ค่านับวัดที่ได้จากการคำนวณ

จะได้ประสิทธิภาพในการนับวัดเมื่อนำสารประกอบ หรือ สารละลายที่คิดฉลาก

ทริเทียม ละลายในเตตราไฮโดรฟูราน 5 มิลลิลิตร และคอกเทล 15 มิลลิลิตรเป็น 16.404%

จะได้ประสิทธิภาพในการนับวัดเมื่อนำสารประกอบ หรือ สารละลายที่คิดจลาง

ทริเทียม ละลายในเตตราไฮโดรฟูราน 8 มิลลิลิตร และคอกเทล 12 มิลลิลิตรเป็น 13.13%

จ.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคัลลัสในรูปน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งในสัปดาห์แรก

การสังเคราะห์โคตินจำเป็นต้องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยคัลลัสในรูป

น้ำหนักแห้ง 29-31 มิลลิกรัม หรือคำนวณน้ำหนักสดได้จากตารางที่ จ.8

ตารางที่ จ.8 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของคัลลัส

คัลลัสในรูปน้ำหนักสด (กรัม)	คัลลัสในรูปน้ำหนักแห้ง (กรัม)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
0.25	0.0115	0.0127	0.0117	0.011966	0.000524	4.386633
0.50	0.0183	0.0206	0.0209	0.019933	0.001161	5.826505
0.75	0.0340	0.0282	0.0294	0.030533	0.002499	8.187045
1.00	0.0440	0.0464	0.0436	0.044666	0.001236	2.768244
1.25	0.0464	0.0502	0.0465	0.047700	0.001768	3.706998

จะได้สมการเชิงเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคัลลัสที่วัดในรูปน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

$$\text{คัลลัสที่ชั่งในรูปน้ำหนักแห้ง (กรัม)} = (0.03848 \times \text{คัลลัสที่ชั่งในรูปน้ำหนักสด (กรัม)}) + 0.021$$

ถ้าคัลลัสชั่งในรูปน้ำหนักแห้งมีน. 31 มิลลิกรัม จะได้คัลลัสในรูปน้ำหนักสด 0.751039 กรัม

ถ้าคัลลัสชั่งในรูปน้ำหนักแห้งมีน. 30 มิลลิกรัม จะได้คัลลัสในรูปน้ำหนักสด 0.725051 กรัม

ถ้าคลลัสซึ่งในรูปน้ำหนักแห้งมีน. 29 มิลลิกรัม จะได้คลลัสในรูปน้ำหนักสด 0.699064 กรัม
จะได้คลลัสที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีน้ำหนักสดประมาณ 0.70-0.75 กรัม หรือ
เป็นน้ำหนักแห้งในช่วง 29-31 มิลลิกรัม

จ.9 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส , ความชื้นสัมพัทธ์
30-40% โดยแบ่งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อ
เยื่อ และแบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะได้รับการเจริญเติบโตดังตารางที่ จ.9.1,
จ.9.2 , จ.9.3 และ จ.9.4 ตามลำดับ

ตารางที่ ๑.๙.๑ การเจริญเติบโตของคลัสต์สนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S แบบไม่
เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วัดในรูปน้ำหนักสด

สัปดาห์	น้ำหนักสด					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ยนน.สด	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
0	0.72	0.74	0.76	0.74	0.016329	2.2067
1	1.9181	1.0295	1.5611	1.5029	0.365096	24.2927
2	2.5118	2.9506	2.7534	2.7386	0.179444	6.5524
3	2.523	2.3265	2.7070	2.5188	0.155366	6.1681
4	3.1892	4.0380	4.2872	3.8381	0.470007	12.2457
5	4.8651	5.5362	4.0760	4.8258	0.596772	12.3663
6	5.9334	5.8135	5.9860	5.9110	0.072187	1.2212
7	4.2584	5.2655	5.8740	5.1326	0.666223	12.9801
8	4.3014	5.6070	5.1200	5.0095	0.538708	10.7538

ตารางที่ จ.9.2 การเจริญเติบโตของคลัสสนาอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S แบบไม่
เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วัดในรูปน้ำหนักแห้ง

สัปดาห์	น้ำหนักแห้ง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
0	0.0255	0.0287	0.0304	0.0282	0.002031	7.2036
1	0.0721	0.0521	0.0637	0.0626	0.008199	13.0916
2	0.1686	0.1710	0.1377	0.1591	0.015163	9.5310
3	0.1644	0.1420	0.1730	0.1598	0.013067	8.1771
4	0.2205	0.2310	0.2460	0.2325	0.010464	4.5007
5	0.2743	0.3091	0.2887	0.2907	0.014277	4.9113
6	0.2747	0.2848	0.3326	0.2974	0.025252	8.4921
7	0.2561	0.2308	0.3039	0.2636	0.030310	11.4987
8	0.1955	0.2569	0.2059	0.2206	0.026273	11.9083

ตารางที่ ๑.๙.๓ การเจริญเติบโตของคัลล์ัสบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S แบบ
เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วัคซีนรูปน้ำนกกสด

สัปดาห์	น้ำนกกสด					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
0	0.75	0.73	0.77	0.75	0.016329	2.1773
1	1.4652	1.5946	1.6180	1.5593	0.067197	4.3096
2	3.5941	3.1026	3.0104	3.2357	0.256207	7.9181
3	4.8208	4.5392	4.8108	4.7236	0.130454	2.7618
4	7.4635	8.0353	9.5298	8.3429	0.871147	10.4418
5	14.6735	12.9069	12.1475	13.2426	1.058208	7.9909
6	19.6716	17.5959	15.6416	17.6364	1.645489	9.3301
7	21.0423	20.3120	19.2328	20.1957	0.743228	3.6804

ตารางที่ ฉ.9.4 การเจริญเติบโตของคัลลัสบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S แบบ
เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วัดในรูปน้ำหนักแห้ง

สัปดาห์	น้ำหนักแห้ง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
0	0.0274	0.0253	0.0271	0.0266	0.000927	3.4832
1	0.0558	0.0714	0.6710	0.0648	0.006578	10.1579
2	0.1181	0.1061	0.1096	0.1113	0.005038	4.5285
3	0.1738	0.1404	0.1652	0.1598	0.014160	8.8611
4	0.2192	0.2308	0.2493	0.2355	0.012414	5.2717
5	0.3578	0.3243	0.3364	0.3395	0.013850	4.0798
6	0.5394	0.4917	0.4992	0.5101	0.020943	4.1057
7	0.5179	0.5303	0.5088	0.5190	0.008811	1.6978

ฉ.10 การหาปริมาณไนโคติน

ทำการศึกษาหาว่าคัลลัสเพาะเลี้ยงแบบใดให้ปริมาณไนโคตินดีที่สุด โดยไนโคตินได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำของคัลลัสที่ทำให้แห้งโดยผ่านการเยือกแข็ง จะได้สารละลายปริมาณ 300 มิลลิลิตร แต่คัลลัสสามารถสังเคราะห์ไนโคตินโดยไม้อาศัยกรดไนโคตินิก

ตารางที่ จ.10.1 ปริมาณนิโคตินที่คลลัสท์ทำการเพาะเลี้ยงแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยง
เนื้อเยื่อที่มกรคนิโคตินิก

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995 (ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคติน ($\times 10^{-5}$ กรัม)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
0	0.138	0.133	0.143	0.138	0.004082	2.958320	1.04740
2	0.239	0.212	0.189	0.213	0.020434	9.578520	1.61916
4	0.437	0.482	0.485	0.468	0.021954	4.691132	3.55204
6	0.750	0.523	0.602	0.625	0.094088	15.05417	4.74365

ตารางที่ ๑๐.๒ ปริมาณนิโคตินที่คลลัสที่ทำการเพาะเลี้ยงแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยง
เนื้อเยื่อที่ไม่มีกรดนิโคตินิก

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995(ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคติน ($\times 10^{-5}$ กรัม)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
0	0.138	0.133	0.143	0.138	0.004082	2.958320	1.04740
2	0.153	0.165	0.158	0.159	0.004921	3.101853	1.20425
4	0.203	0.254	0.217	0.225	0.021514	9.576343	1.70518
6	0.279	0.247	0.250	0.259	0.014429	5.578572	1.96324

ตารางที่ จ.10.3 ปริมาณนิโคตินที่คลลัสส์ทำการเพาะเลี้ยงแบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มกรคนิโคตินิก

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995(ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคติน ($\times 10^{-5}$ กรัม)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
0	0.153	0.154	0.145	0.151	0.004027	2.673240	1.14354
2	0.198	0.196	0.201	0.198	0.002054	1.036035	1.50532
4	0.323	0.334	0.357	0.338	0.014165	4.191031	2.56535
6	0.275	0.246	0.286	0.269	0.016872	6.272144	2.04166

ตารางที่ จ.10.4 ปริมาณนิโคตินที่คัลล์สที่ทำการเพาะเลี้ยงแบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ไม่มีกรดนิโคตินิก

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995 (ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคติน ($\times 10^{-5}$ กรัม)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
0	0.153	0.154	0.145	0.151	0.004027	2.673240	1.14354
2	0.157	0.169	0.165	0.164	0.004988	3.048193	1.24220
4	0.185	0.172	0.178	0.178	0.005312	2.978494	1.35352
6	0.189	0.196	0.188	0.188	0.003559	1.863364	1.44966

ปริมาณนิโคตินที่ได้จากคัลล์สสังเคราะห์ขึ้นโดยแท้จริง ซึ่งจะไม่รวมปริมาณนิโคตินที่คัลล์สสังเคราะห์ขึ้นเองโดยไม่อาศัยกรดนิโคตินิกจากภายนอก

ตารางที่ จ.10.5 ปริมาณนิโคตินที่คัลลัสสังเคราะห์ขึ้นโดยแท้จริงในช่วง 2 สัปดาห์ ในแต่ละแบบที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	ปริมาณนิโคติน (มิลลิกรัม/ชีชี.)	
	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
0	0	0
2	1.245	0.789
4	5.540	3.635
6	8.341	1.776

จากตารางที่ จ.10.5 ปริมาณนิโคตินที่คัลลัสสังเคราะห์ขึ้นได้จากการนำคัลลัสที่ทำให้แห้งด้วยการเยือกแข็งน้ำหนัก 1 กรัม ทำการกลั่นด้วยไอน้ำ แต่คัลลัสที่ทำการเพาะเลี้ยงทั้ง 2 แบบ มีน้ำหนักเยือกแข็งแห้งแตกต่างกันในช่วง 6 สัปดาห์ ดังในตารางที่ จ.10.6 และ จ.10.7

ตารางที่ ฉ.10.6 การเจริญเติบโตของคัลล์ัสบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยน
อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	น้ำหนักเชื้อแห้งแห้ง(กรัม)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	เปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาด
0	0.0263	0.0249	0.0320	0.0278	0.00305	10.9822
2	0.1979	0.2071	0.1874	0.1975	0.00805	4.0757
4	0.3028	0.2892	0.2856	0.2925	0.00741	2.5320
6	0.3984	0.4133	0.4248	0.4122	0.01081	2.62212

ตารางที่ ฉ.10.7 การเจริญเติบโตของคัลล์ัสบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบเปลี่ยน
อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	น้ำหนักเชื้อแห้งแห้ง(กรัม)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	เปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาด
0	0.0263	0.0249	0.0320	0.0278	0.00305	11.0102
2	0.1600	0.1700	0.1723	0.1674	0.00534	3.1889
4	0.4095	0.3857	0.3833	0.3928	0.01183	3.0104
6	0.7416	0.7527	0.5744	0.6896	0.08156	11.8279

ตารางที่ จ.10.8 ปริมาณไนโคตินที่คัลล์สสังเคราะห์ในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแต่ละแบบ

สัปดาห์	ปริมาณไนโคติน (มิลลิกรัม/การเจริญเติบโตของคัลล์ส)	
	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
0	0	0
2	0.2458	0.1321
4	1.6208	1.4286
6	3.4379	1.2247

แต่ปริมาณกรดนิโคตินิก 4.0626 มิลลิกรัม/10 ซีซี. ของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S ถ้ากรดนิโคตินิก 1 โมล กลายเป็นนิโคติน 1 โมล นั่นคือกรดนิโคตินิก 123.11 มิลลิกรัม กลายเป็นนิโคติน 162.23 มิลลิกรัม ดังนั้นแต่ละแบบการเพาะเลี้ยงคัลล์สคาดว่าจะกลายเป็นนิโคติน

ตารางที่ ฉ.10.9 ปริมาณนิโคตินที่คาดว่าจะได้ในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแต่ละแบบ

สัปดาห์	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ		แบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	
	กรดนิโคตินิก มิลลิกรัม/ซีซี.	นิโคติน มิลลิกรัม/ซีซี.	กรดนิโคตินิก มิลลิกรัม/ซีซี.	นิโคติน มิลลิกรัม/ซีซี.
0	0	0	0	0
2	12.19	16.06	4.06	5.35
4	12.19	16.06	8.12	10.71
6	12.19	16.06	12.19	16.06

ทำการหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณนิโคตินที่คัลลัสในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ต่อปริมาณนิโคตินที่คาดว่าจะเกิด (กรดนิโคตินิก) [yiled] ของแต่ละแบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ตารางที่ ฉ.10.10 อัตราส่วนระหว่างปริมาณนิโคตินต่อปริมาณนิโคตินที่คาดว่าจะเกิด (กรดนิโคติ尼克)

สัปดาห์	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
	Yield	Yield
0	err	err
2	0.0153	0.0249
4	0.1009	0.1334
6	0.2141	0.0763

ทำการหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณนิโคตินที่สังเคราะห์ขึ้น ต่อการเจริญเติบโตของ
 คลัลล์ในรูปน้ำหนักรากแห้ง (ที่ได้จากการนำคลัลล์ในรูปน้ำหนักรากสดอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส)

จ.10.11 อัตราส่วนระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สังเคราะห์ขึ้น ต่อการเจริญเติบโตของคลอรัสในรูป
น้ำหนักรวมแห้ง

สัปดาห์	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเชื้อ	แบบเปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเชื้อ
	Yield	Yield
0	err	err
2	0.0015	0.0012
4	0.0070	0.0061
6	0.0116	0.0024

ฉ.10.12 นิโคตินที่ได้สปีดาคท์ที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีปริมาณสูงสุดจะทำให้แห้งแล้วหาความบริสุทธิ์
ตารางที่ ฉ.10.12 ความบริสุทธิ์ของนิโคตินในสปีดาคท์ที่ 6

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสง					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด
สารละลายนิโคติน	0.954	1.027	1.051	1.0101	0.04125	4.081

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง = $0.133995(\text{ความเข้มข้น} \times 10^{-5} \text{ ซีซี./ซีซี.})$

และ นิโคติน 1 ซีซี. = 1.017 กรัม

จะได้สารละลายที่มีนิโคตินเจือปน 7.542×10^{-5} ซีซี./ซีซี. ซึ่งคิดเป็น 7.6707×10^{-5} กรัม/ซีซี. จากสารละลายนิโคติน 10×10^{-5} กรัม/ซีซี. หรือนิโคตินเจือปน 76.71%

ฉ.11 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสี

จากข้อ ฉ.10 ปรากฏว่านิโคตินที่ได้จากการสังเคราะห์โดยอาศัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสปีดาคท์ที่ 6 จะมีปริมาณสูงสุด ดังนั้นจึงทำการสังเคราะห์นิโคตินกัมมันตรังสีจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและจะวัดปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสี ณ สปีดาคท์ที่ 6

ตารางที่ จ.11.1 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คลลัสที่ทำการเพาะเลี้ยงแบบไม่เปลี่ยนอาหาร
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีกรดนิโคตินิก H-3

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995(ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคตินกัมมันตรังสี $\times 10^{-5}$ กรัม
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
6	0.452	0.481	0.438	0.457	0.017907	3.91842	3.46855

ตารางที่ จ.11.2 ปริมาณนิโคตินที่คลลัสที่ทำการเพาะเลี้ยงแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยง
เนื้อเยื่อที่ไม่มีกรดนิโคตินิก H-3

กำหนดให้ ค่าดูดกลืนแสง=0.133995(ปริมาณความเข้มข้นนิโคติน($\times 10^{-5}$ ซีซี.))

นิโคติน 1 ซีซี.=1.017 กรัม

สัปดาห์	ค่าดูดกลืนแสง						นิโคติน ($\times 10^{-5}$ กรัม)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
6	0.279	0.247	0.250	0.259	0.014429	5.578572	1.96324

ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่ได้จากคลัสส์สังเคราะห์ชั้นโดยแท้จริง ซึ่งจะไม่รวมปริมาณนิโคตินที่คลัสส์สังเคราะห์ชั้นเองโดยไม่อาศัยกรณีโคตินิก H-3 จากภายนอก

ตารางที่ จ.11.3 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คลัสส์สังเคราะห์ชั้นโดยแท้จริงในช่วง 2 สัปดาห์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสี (มิลลิกรัม/ชีชี.)
6	4.5159

จากตารางที่ จ.11.3 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คลัสส์สังเคราะห์ชั้นได้จากการนำคลัสส์ที่ทำให้แห้งด้วยการเยือกแข็งน้ำหนัก 1 กรัม ทำการกลั่นด้วยไอน้ำ แต่คลัสส์ที่ทำการเพาะเลี้ยงมีน้ำหนักเยือกแข็งแห้งในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ดังในตารางที่ จ.11.4

ตารางที่ จ.11.4 การเจริญเติบโตของคลัสส์บนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีกรณีโคตินิก H-3 ละลายอยู่ แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	น้ำหนักเยือกแข็งแห้ง(กรัม)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	เปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาด
6	0.241	0.255	0.266	0.254	0.01027	4.04203

ตารางที่ จ.11.5 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คัลลัสสังเคราะห์ในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ของ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	ปริมาณนิโคติน(มิลลิกรัม/การเจริญเติบโตของคัลลัส)
6	1.14705

แต่ปริมาณกรดนิโคตินิกกัมมันตรังสี 4.0626 มิลลิกรัม/10 ซีซี. ของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ M&S ถ้ากรดนิโคตินิกกัมมันตรังสี 1 โมล กลายเป็นนิโคตินกัมมันตรังสี 1 โมล นั่นคือกรดนิโคตินิกกัมมันตรังสี 123.11 มิลลิกรัม กลายเป็นนิโคตินกัมมันตรังสี 162.23 มิลลิกรัม

ตารางที่ จ.11.6 ปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คาดว่าจะได้ในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัปดาห์	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	
	กรดนิโคตินิกกัมมันตรังสี มิลลิกรัม/ซีซี.	นิโคตินกัมมันตรังสี มิลลิกรัม/ซีซี.
6	12.19	16.06

ทำการหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณนิโคตินที่คัลลัสในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ต่อปริมาณนิโคตินที่คาดว่าจะเกิด(กรดนิโคตินิก)[yield]ของแต่ละแบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ตารางที่ จ.11.7 อัตราส่วนระหว่างปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีต่อปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีที่คาดว่าจะเกิด (กรณีนิโคตินกัมมันตรังสี)

ลำดับ	แบบไม่เปลี่ยนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
	Yield
6	0.0714

เพื่อให้นิโคตินกัมมันตรังสีมีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยการกรองผ่านคอลัมน์ที่บรรจุอะลูมินา จะทำการแยกลำดับส่วนที่มีปริมาณนิโคตินกัมมันตรังสีสูงสุดเพื่อจะนำไปเป็นtracer (สารติดตาม) ดังตารางที่ จ.11.8

ตารางที่ จ.11.8 ลำดับส่วนนิโคตินกัมมันตรังสีที่จะนำไปทำเป็นสารติดตาม

ลำดับ ส่วนที่ เก็บ	ลักษณะ ตัวอย่าง	ค่าคลกสีแสง					นิโคติน กัมมันตรังสี (มิลลิกรัม/ซีซี.)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	%ค่าผิดพลาด	
1	น้ำกลั่น	1.104	1.105	1.1045	0.0224	2.0245	3.353189
2	น้ำกลั่น	1.250	1.251	1.2505	0.0224	1.7881	3.796435
3	น้ำกลั่น	1.179	1.177	1.1780	0.0316	2.6844	3.576330
4	น้ำกลั่น	1.119	1.116	1.1175	0.0387	3.4657	3.392656
5	น้ำกลั่น & เมทานอล	0.766	0.762	0.7640	0.0447	5.8536	2.319453
6	เมทานอล	0.164	0.162	0.1630	0.0316	19.4005	0.494857
7	เมทานอล	0.020	0.018	0.0190	0.0316	-	0.057682
8	เมทานอล	0.041	0.039	0.0400	0.0316	-	0.121437
9	เมทานอล	0.027	0.023	0.0250	0.0447	-	0.075908
10	เมทานอล	0.021	0.024	0.0225	0.0387	-	0.068308

เลือกลำดับส่วนที่ 2 มาทำเป็นนิโคตินกัมมันตรังสีที่จะนำมาทำเป็น สารติดตาม
แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์นิโคตินกัมมันตรังสีจากตาราง จ.11.9

ตารางที่ จ.11.9 เปอร์เซนต์นิโคตินกัมมันตรังสีในลำดับส่วนที่ 2

ลักษณะตัวอย่าง	ค่าคุณลักษณะ					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
นิโคตินกัมมันตรังสี	0.952	0.983	0.942	0.959	0.01745	1.82001

กำหนดให้ ค่าคุณลักษณะ = 0.133995 (ความเข้มข้น $(\times 10^{-5}$ ซีซี./ซีซี.))

และ นิโคติน 1 ซีซี. = 1.017 กรัม

จะได้สารละลายที่มีนิโคตินกัมมันตรังสีเจือปน 7.157×10^{-5} ซีซี./ซีซี. ซึ่งคิดเป็น 7.2786×10^{-5} กรัม/ซีซี. จากสารละลายนิโคติน 10×10^{-5} กรัม/ซีซี. หรือมีนิโคตินเจือปน 72.79 %

จากนั้นนำสารที่มีนิโคตินกัมมันตรังสีเจือปน 1 มิลลิกรัม ไปละลายในเตตราไฮโดรฟูราน 5 มิลลิลิตร และคอกเทล 15 มิลลิลิตร ได้ความแรงรังสีดังตารางที่ จ.12.10 ตารางที่ จ.11.10 ความแรงรังสีของนิโคตินกัมมันตรังสี

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CP10 นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
นิโคตินH-3	32979	33624	33712	33438.33	326.79	0.9772

แต่background (กัมมันตรังสีในธรรมชาติ) มีความแรงรังสีในตารางที่ ฉ.11.10.1

ตารางที่ ฉ.11.10.1 ความแรงรังสีbackground

ลักษณะตัวอย่าง	ความแรงรังสี (CP40 นาที)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	% ค่าผิดพลาด
background	10953	10854	10903.5	7.0035	0.06452

จะได้ความแรงรังสีสุทธิของนิโคติน H-3 = $\text{COUNT} - \text{BACKGROUND} = 3071.24 \text{ cpm/มิลลิกรัม}$

ประวัติผู้เขียน

นาย ศรสัม นวเสลา เกิดเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2507 ที่ กรุงเทพมหานคร
ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2528 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสี กองการวัดกัมมันตภาพรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน

