การตรวจร่องรอยไอโซโทปโดยเทคนิค
Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS)

การตรวจร่องรอยไอโซโทปโดยเทคนิค Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS)

หลักการการวิเคราะห์ด้วยร่องรอยไอโซโทป

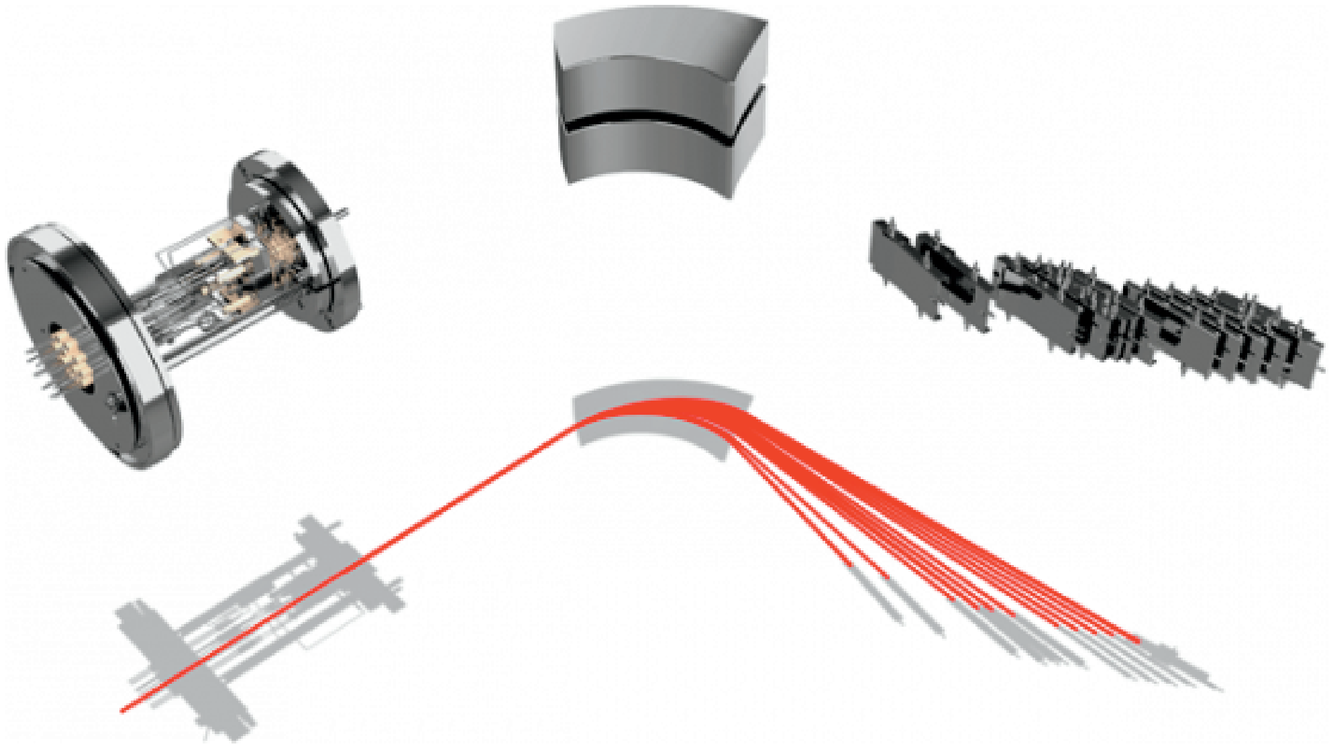
- ใช้การติดตามสัดส่วนไอโซโทปที่เสถียรของธาตุหลัก 5 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบของสารต่างๆในโลก นี้ เช่น คาร์บอน-13/12, ไฮโดรเจน-2/1, ไนโตรเจน-15/14, กำมะถัน-34/32 และออกซิเจน-18/16
- สัดส่วนไอโซโทปที่เสถียรของธาตุหลัก 5 ชนิด จะเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวภาพที่แตกต่างกันไปในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
- การเปรียบเทียบสัดส่วนไอโซโทปของธาตุทั้ง 5 ใน สารตัวเดียวกัน (เช่น ยาบ้า) จากแหล่งกำเนิดต่างกัน จะเห็นความแตกต่างกันได้
- ในเทคนิคอื่นๆ บอกได้แค่ชนิดของสารเท่านั้น แต่บอกไม่ได้ว่า สารที่เป็นตัวเดียวกัน มาจากที่เดียวกันหรือไม่ เช่น วัตถุพยานที่พบในที่เกิดเหตุกับ ที่พบในสถานที่ของผู้ต้องสงสัยมาจากแหล่งเดียวกันไหม

โดยร่องรอยไอโซโทปหรือ δ จะถูกคำนวณจากสมการ

$$\delta = \left(\frac{\text{อัตราส่วนไอโซโทปของตัวอย่าง}}{\text{อัตราส่วนไอโซโทปของสารมาตรฐาน}} - 1\right) \times 1000$$

คล้ายๆกับการพิสูจน์เอกลักษณ์โดยใช้ DNA แต่ใช้สัดส่วนของไอโซโทปในธาตุแทน

ตัวอย่างเครื่องวิเคราะห์ร่องรอยไอโซโทป



ใช้หลักการวัด”มวลต่อประจุ”ของธาตุที่สนใจ(ในรูปไอออน)ที่เคลื่อนที่โดยการเหนี่ยวนำของสนามไฟฟ้าให้เคลื่อนผ่านสนามแม่เหล็กมวลต่อประจุของธาตุที่ไม่เท่ากัน จะมีวิถีการเคลื่อนที่ที่ตกลงบนตัวตรวจวัดในตำแหน่งที่ต่างกัน

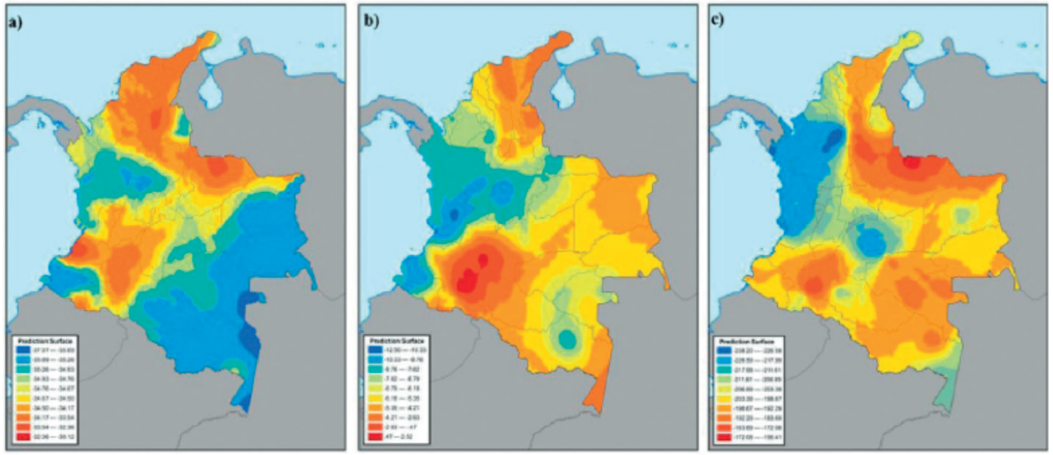
สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

ISOTOPE FINGERPRINTS สามารถบอกอะไรเราได้บ้างในงานนิติวิทยาศาสตร์

เรื่องราวต่างๆ ไม่สามารถปกปิดได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สามารถสืบค้นย้อนกลับถึงเอกลักษณ์พิเศษด้วยร่องรอยไอโซโทป

การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อสืบค้นความคล้ายคลึง หรือระบุที่มาของวัตถุพยานสามารถทำได้อย่างง่ายและแม่นยำขึ้นโดยด้วยเทคนิคการหาร่องรอยของไอโซโทป (Isotope Fingerprints) เนื่องจากทุกวัตถุย่อมมีเอกลักษณ์ทางเคมีที่คล้ายคลึงกันในท้องถิ่นเดียวกันและจะแตกต่างกันอย่างมีนัยยะหากอยู่ต่างท้องถิ่นกัน การวัดร่องรอยของไอโซโทปนี้ ใช้เทคนิคการวัดแบบ Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) ซึ่งข้อดีของเทคนิคนี้จะไม่ต้องใช้การอนุมานในการสืบสวน เช่นรอยจากยางรองเท้า ยางรถยนต์เป็นต้น การนำเอาการวัดไอโซโทปจากวัตถุพยานเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ทำซ้ำได้ และตรวจสอบย้อนกลับง่ายมีความจำเป็นมากขึ้นในปัจจุบัน

ร่องรอยไอโซโทปในวัตถุพยานเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธรรมชาติและภูมิศาสตร์ ทำให้สามารถสืบย้อนกลับถึงแหล่งที่มา หรือกระบวนการเฉพาะที่เกิดขึ้นในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดอาชญากรรม เช่นซากโครงกระดูก ส่วนประกอบที่เป็นพรรณไม้ ซากเนื้อเยื่อมนุษย์และสัตว์ อัญมณี สารเคมี วัตถุระเบิด เนื่องจากสภาพท้องถิ่นและกระบวนการที่แตกต่างกัน ย่อมทำให้พยานวัตถุมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวนั่นเอง ยกตัวอย่างเช่นรูปด้านล่าง การสืบค้นที่มาของโคเคนในประเทศโคลัมเบีย ในพื้นที่ประเทศเดียวกันยังมีความแตกต่างของ a) คาร์บอน b) ไนโตรเจน c) ไฮโดรเจน ในวัตถุพยาน ทำให้สามารถระบุแหล่งปลูกหรือแหล่งผลิตได้นั่นเอง



1) Chesson, L.A., Tipple, B.J., Howa, J.D., Bowen, G.J., Barnette, J.E., Cerling, T.E., Ehleringer, J.R. Treatise on geochemistry (2nd Ed.), Vol. 14, 285-317.
2) Mallette, J. R., Casale, J.F., Jordan, J., Morello, D.R., Beyer, P.M. Nature Sci. Rep. 23520-23530.
Rodrigues, C., Brunner, M., Steiman, S., Bowen, G. J., Nogueira, J.M. F., Gautz, L., Prohaska, T., Máguas, C. J., Agric. Food Chem. 59. (2011), 10239

ISOTOPE FINGERPRINTS สามารถบอกอะไรเราได้บ้างในงานคุ้มครองผู้บริโภค

แหล่งผลิต แหล่งที่มา รวมถึงผลิตภัณฑ์ของแท้และของเลียนแบบ สามารถตรวจสอบได้ด้วยร่องรอยไอโซโทป

ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่ม ผัก ผลไม้ รวมถึงน้ำหอมและเครื่องสำอาง ล้วนมีเอกลักษณ์ของแหล่งวัตถุดิบที่ชัดเจน เพื่อให้เห็นภาพชัดขึ้น พืชผักที่ตีตราว่านำเข้ามาจากยุโรปประเทศหนึ่ง ก็ควรมีร่องรอยไอโซโทปของธาตุต่างๆ ที่ตรงกับแหล่งเพาะปลูก ร่องรอยเหล่านี้มาจากไหนกัน? ดิน น้ำ และอากาศที่แตกต่างกันก็สามารถที่จะแยกแยะ แหล่งเพาะปลูกหรือแม้กระทั่งฤดูกาลต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ กระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ ทั้งสายพันธุ์และลักษณะการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ก็สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ในสุรา เบียร์ ไวน์ ที่มีราคาสูง ในขณะเดียวกันน้ำหอมและเครื่องสำอางที่ติดฉลากของแท้ ก็จะมีความแตกต่างทั้งด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันกับสินค้าเลียนแบบ

6 C Carbon — บ่งบอกถึงแหล่งที่มาของพืชพรรณ ตลอดจนถึงการแปรรูปว่าถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามฉลากหรือไม่ เช่นการเติมน้ำตาลลงในน้ำผึ้ง แหล่งผลิตไวน์ น้ำหอม เครื่องสำอาง

7 N Nitrogen — บ่งบอกถึงดินที่เพาะปลูกรวมถึงปุ๋ยที่ใช้ เช่นจะสะท้อนให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ที่ตีตราออร์แกนิคว่าเป็นไปตามที่ระบุหรือไม่

16 S Sulfur — บ่งบอกถึงพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะของการหมักโดยใช้จุลินทรีย์ โดยไอโซโทปของกำมะถันที่ได้จากจุลินทรีย์จะแตกต่างกันตามชนิดสภาพอากาศ สภาพของน้ำแต่ละพื้นที่

8 O Oxygen / 1 H Hydrogen — บ่งบอกแหล่งน้ำ น้ำฝนหรือน้ำที่ใช้ในกระบวนเพาะปลูกหรือกระบวนการผลิต

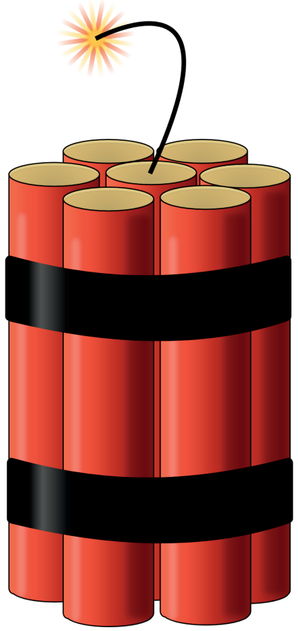
ด้วยความซับซ้อนในห่วงโซ่อุปทานอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอางจากแหล่งเพาะปลูกสถานที่ผลิตจนถึงผู้บริโภค โอกาสที่จะมีการปลอมปน เลียนแบบ หรือการติดฉลาดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกต้องบิดเบือนความจริงของที่มาผลิตภัณฑ์และส่วนผสม จะส่งผลต่อผู้บริโภคโดยตรง หลักการ Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) จึงเป็นเทคนิคสำคัญที่ถูกนำมาใช้เปรียบเทียบในห่วงโซ่อุปทานและปกป้องคุ้มครองผู้บริโภค

1) Rodrigues, C., Brunner, M., Steiman, S., Bowen, G. J., Nogueira, J.M. F., Gautz, L., Prohaska, T., Máguas, C. J., Agric. Food Chem. 59. (2011), 10239-10246.
2) Carter, J.F., Yates., H. S. A., Tinggi, U., J. Agric. Food Chem. 63, (2015), 5771–5779.
3) Rodrigues, C., Maia, R., Miranda, M., Ribeirinho, M., Nogueira, J.M. F., Aguas, C. M´, J. Food Composition Analysis, 22. (2009), 463–471.

ISOTOPE FINGERPRINTS สามารถบอกอะไรเราได้บ้างในงานความมั่นคง

แหล่งผลิต แหล่งที่มา ของอาวุธปืน วัตถุระเบิด อาวุธเคมี อาวุธชีวภาพ

การสืบค้นและติดตามแหล่งที่มาของอาวุธและวัตถุระเบิดอย่างเป็นระบบจากผู้ผลิตถึงผู้ซื้อ (หรือผู้ครอบครอง) เพื่อวัตถุประสงค์ในการช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ผู้บังคับการใช้กฎหมายในการระบุตัวผู้ต้องสงสัยที่เกี่ยวกับการก่ออาชญากรรม ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการวิเคราะห์ร่องรอยไอโซโทปโดยเทคนิค Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) ได้เข้ามามีบทบาทและแสดงให้เห็นถึงข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับที่มาของวัตถุชิ้นนั้น การสนับสนุนความพยายามในการต่อต้านการก่อการร้ายมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความมั่นคงในประเทศและระหว่างประเทศ ได้มีการรายงานในปี 2009 โดยเบนสันและคณะได้ศึกษาระเบิดเปอร์อ็อกไซด์ ซึ่งโฟกัสไปที่สาร Triacetone triperoxide (TATP) และ Pentaerythritoltetranitrate (PETN) พบว่าสามารถใช้เทคนิค IRMS ในการแยกแยะแหล่งที่มาสารตั้งต้น แหล่งผลิตและกระบวนการผลิตได้



การตรวจวัด คาร์บอน-14, ไฮโดรเจน-2 และออกซิเจน-18 ใน TATP แล้วทำการพล็อตแบบสามมิติ ทำให้สามารถจัดกลุ่มที่มาของสารตั้งต้น แหล่งผลิตและกระบวนการผลิตได้อย่างแม่นยำ ในขณะที่การพยายามแยกแยะโดยชนิดของกรด อุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยาไม่สามารถทำการแยกแยะได้เลย

การตรวจวิเคราะห์เขม่าดินปืน โดยการดัดแปลงการตรวจวัดไนโตรเจน-15 และกำมะถัน-34 เป็นหลักการที่สำคัญมากในการสืบค้นหาต้นตอของการผลิตเครื่องกระสุนปืน โดยในวารสารของ นาตาชาและคณะได้พบการระบุแหล่งของดินปืนผ่านการวิเคราะห์ไนโตรเจน-15 จากการเผาไหม้ของแอมโมเนียม

1) Benson, S.J., Lennard, C.J., Maynard, P.B., , Hill, D.M., Andrew, A.S., Roux, C. (2009) Forensic analysis of explosives using isotope ratio mass spectrometry (IRMS) Preliminary study on TATP and PETN. Science and Justice. 49, 81-86. 2.
2) Natacha Gentile.(2013) δ15N measurement of organic and inorganic substances by EA-IRMS: a speciation-dependent procedure

การสืบค้นการเดินทางของมนุษย์โดยใช้ร่องรอยไอโซโทปของไฮโดรเจนและอ็อกซิเจน

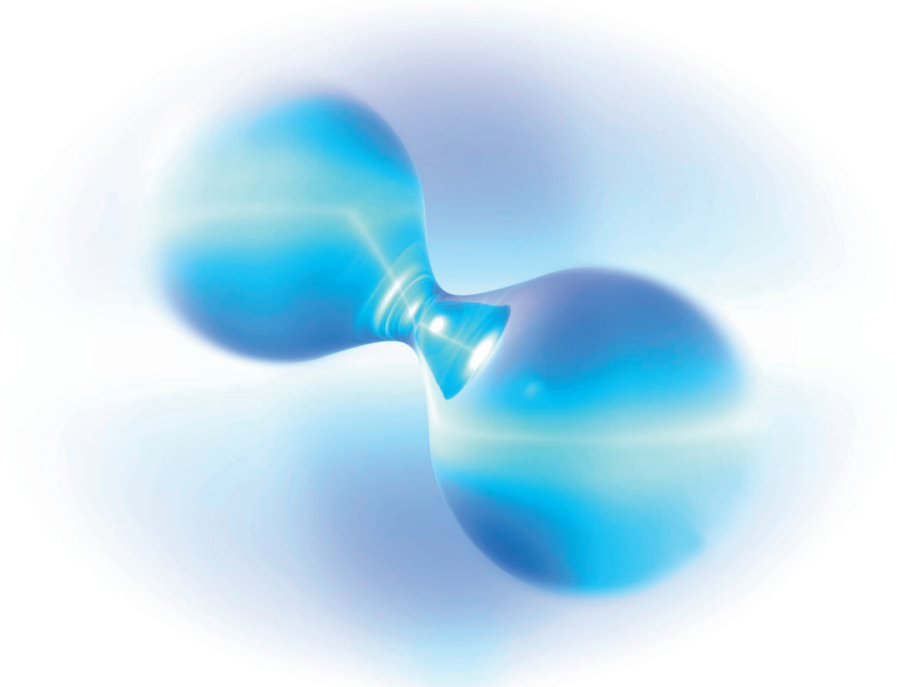
การเคลื่อนไหวของบุคคลต้องสงสัยหรือเหยื่อผู้เคราะร้ายบางครั้งไม่สามารถตอบได้อย่างสมบูรณ์แบบ การอาศัยข้อมูลจากร่องรอยไอโซโทปในการติดตามการเดินทางจะนำความกระจ่างมาสู่คดีอาชญากรรม

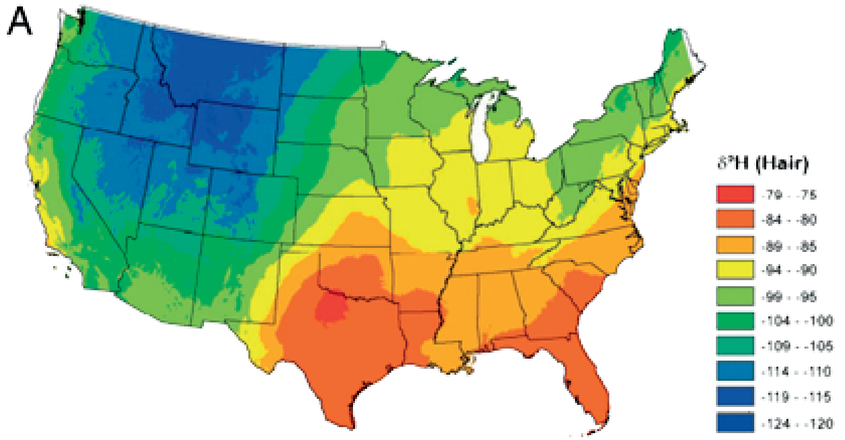
หลักฐานวัตถุพยาน: รากผมของผู้ต้องสงสัยหรือเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย

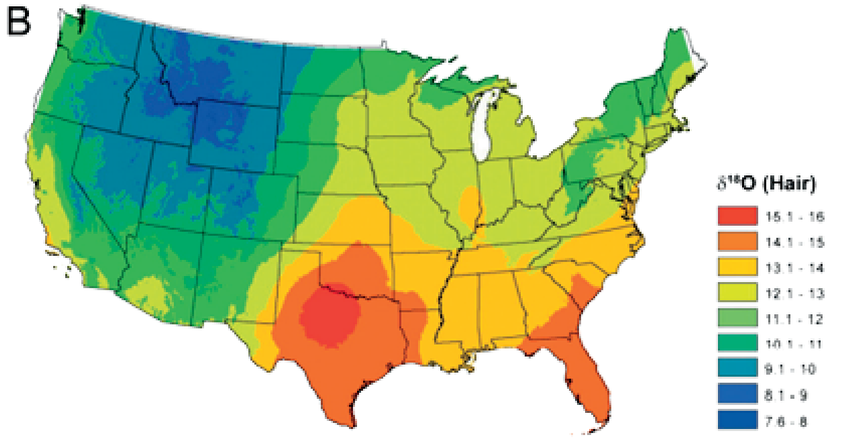
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปไฮโดรเจน-2 และ อ๊อกซิเจน-18

กรณีศึกษา: รูปด้านขวามือเป็นการตรวจร่องรอยไอโซโทปของธาตุทั้งสอง ผ่านเส้นผม การบริโภค อุปโภคน้ำตามภูมิภาคต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกา จะทำให้ทราบได้ถึงการเดินทางของผู้ต้องสงสัยหรือเหยื่อผู้เคราะห์ร้ายในอาชญาคดี

Ehleringer, J.R., Bowen, G.J., Chesson, L.A., West, A.G., Podlesak, D.W., Cerling, T.E. (2008). PNAS. 105(8): 2788-2793

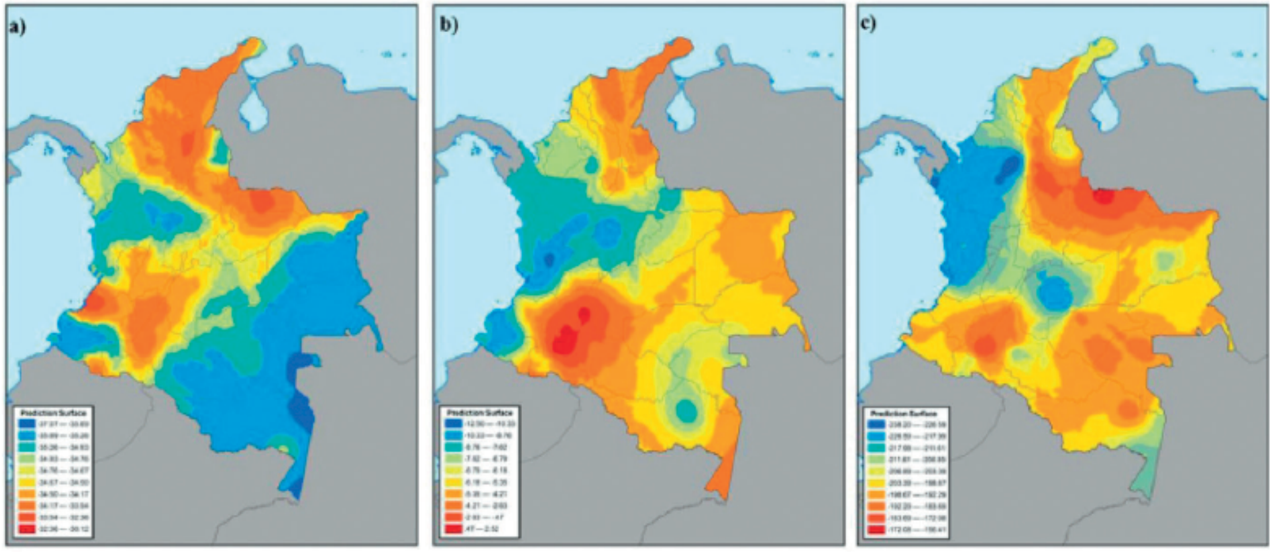






การสืบหาแหล่งเพาะปลูก แหล่งผลิตของโคเคนในประเทศโคลัมเบีย

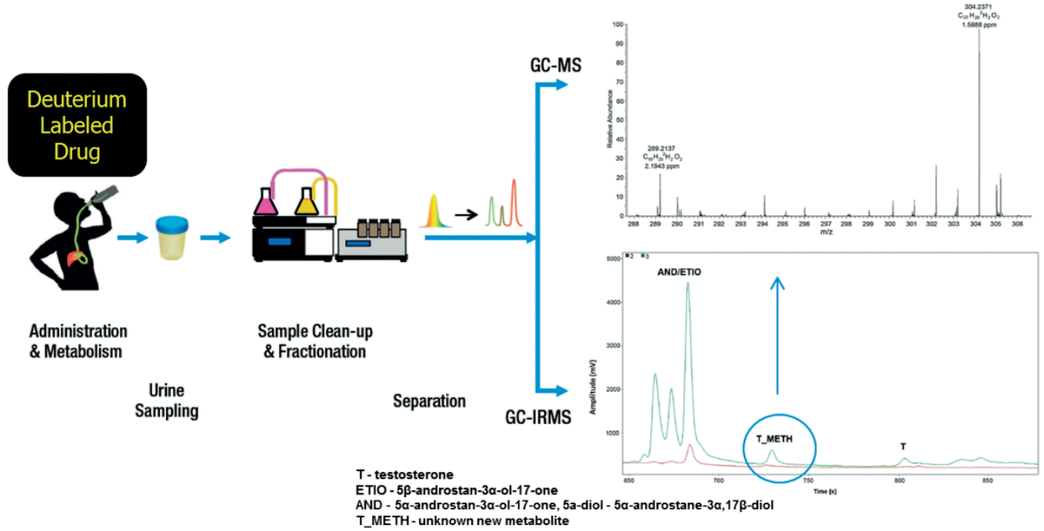
ร่องรอยไอโซโทปในวัตถุพยานเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธรรมชาติและภูมิศาสตร์ ทำให้สามารถสืบย้อนกลับถึงแหล่งที่มา เนื่องจากสภาพท้องถิ่นและกระบวนการที่แตกต่างกัน ย่อมทำให้พยานวัตถุมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
หลักฐานวัตถุพยาน: โคเคน
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13 ไนโตรเจน-15 และ ไฮโดรเจน-2
กรณีศึกษา: รูปด้านล่างเป็นข้อมูลของร่องรอยไอโซโทปของ a) คาร์บอน-14 b) ไนโตรเจน-15 c)ไฮโดรเจน-2 ในพื้นที่ต่างๆของประเทศโคลัมเบีย ดังนั้นจากหลักฐานพยานวัตถุก็จะสามารถสืบค้นได้ว่าแหล่งเพาะปลูกหรือแหล่งผลิตโคเคนที่เป็นวัตถุพยานนั้นมาจากแหล่งใด



Mallete, J.R., Casale, J.F., Jordan, J., Morello, D.R., Beyer, P.M. (2016). Sci. Rep. 6: 23520.

การต่อสู้กับภัยคุกคามของยาเสพติด

การตรวจหายาในกระแสเลือดหรือปัสสาวะหลายครั้งทำได้ยาก เนื่องจากต้องแข่งกับเวลาและกระบวนการขับยาและเปลี่ยนเป็นเมตาบอไลท์ในร่างกายผู้เสพ การใช้การตรวจร่องรอยไอโซโทปจะทำให้ทราบถึงชนิดของเมตาบอไลท์ของยาเสพติดได้มากขึ้น
หลักฐานวัตถุพยาน: ปัสสาวะหรือเลือดผู้ต้องสงสัย
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปไฮโดรเจน-2
กรณีศึกษา: ได้มีให้อาสาสมัครการทดลองรับสาร(T) ที่ถูกติดฉลากไอโซโทปไฮโดรเจน-2 (ดิวทีเรียม) เข้าไปจากนั้นทำการวิเคราะห์ร่องรอยไอโซโทปไฮโดรเจน-2 พบสัญญาณของเมตาบอไลท์ชัดเจน (T-METH) ด้วยการศึกษานี้สามารถต่อยอดเพื่อหาวิธีวิเคราะห์หายาเสพติดเป็นมาตรฐานต่อไป



1) M. Thevis, T. Piper, S. Horning, D. Juchelka and W. Schänzer: Rapid Commun. Mass Spectrom. 2013, 27, 1904–1912.
2) T. Piper, W. Schänzer, M. Thevis. Drug Test. Analysis 2016, 8, 1163–1173.

การพิสูจน์การปลูกพืชแบบออร์แกนิคตามฉลากระบุ

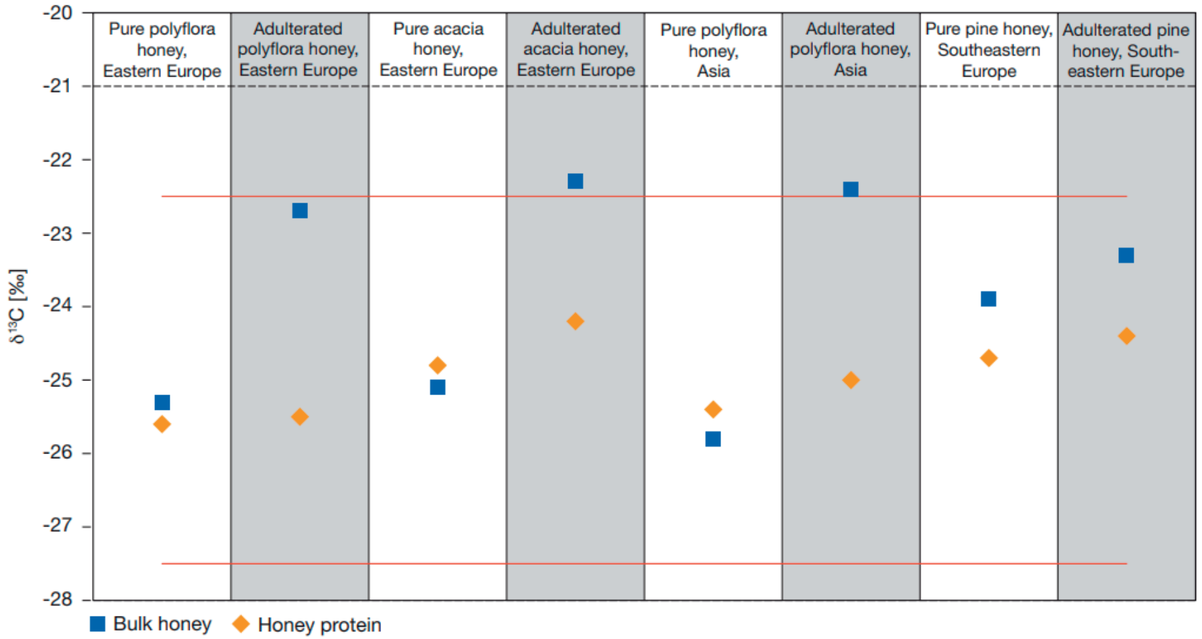
การตรวจสอบการเพาะปลูกแบบ “ออร์แกนิค” ตามฉลากกล่าวอ้าง จำเป็นมากต่อกระบวนการคุ้มครองผู้บริโภคในปัจจุบัน
ตัวอย่าง: มะเขือเทศ
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปไนโตรเจน-15
กรณีศึกษา: มีการนำตัวอย่างมะเขือเทศที่ฉลากระบุว่าเพาะปลูกแบบออร์แกนิคมาพิสูจน์ โดยเทียบข้อมูลร่องรอยไอโซโทปของไนโตรเจน-15 ที่พบว่าหากปลูกด้วยปุ๋ยอินทรีย์ จะมีค่าอยู่ที่ +8% ถึง +20% ในขณะที่หากปลูกด้วยปุ๋ยเคมี จะมีค่าอยู่ที่ +3% ถึง +6% เนื่องจากกระบวนการสลายตัวและการเกิดแอมโมเนียของปุ๋ยทั้งสองชนิดแตกต่างกัน

ตัวอย่าง	น้ำหนัก	δ15NAIR	การแปลผล
มะเขือเทศออร์แกนิค 1	5.53	10.83 ± 0.05	ออร์แกนิค
มะเขือเทศออร์แกนิค 2	5.27	8.81 ± 0.11	ออร์แกนิค
มะเขือเทศออร์แกนิค 3	5.37	5.91 ± 0.10	ไม่เป็นออร์แกนิค

Ehleringer, J.R., Chesson, L.A., Valensuela, L.O. Elements. 11. (2015), 259-264.

การพิสูจน์ความแท้ของน้ำผึ้ง

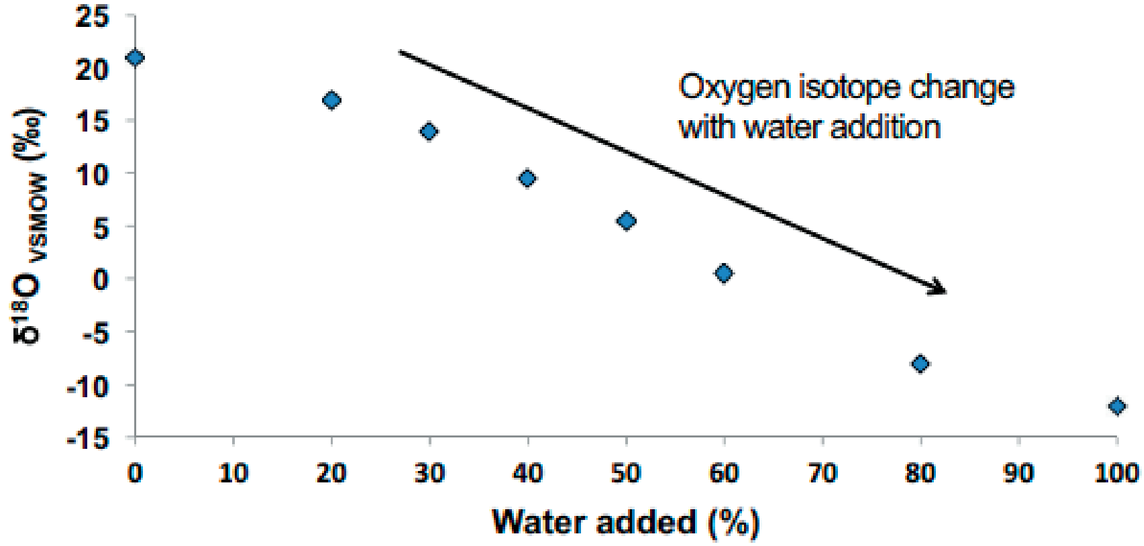
พิสูจน์ว่าน้ำผึ้งที่วางขายนั้นเป็นน้ำผึ้งแท้ หรือน้ำผึ้งที่เกิดจากการเติมน้ำเชื่อมลงไป
ตัวอย่าง: น้ำผึ้งในตลาด
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13
กรณีศึกษา: น้ำตาลอ้อยและน้ำตาลข้าวโพด เป็นพืช C4 ซึ่งต่างจากน้ำผึ้งซึ่งได้จากพืช C3 ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13 จากน้ำผึ้งและโปรตีนที่สกัดได้จากน้ำผึ้ง ผลที่ได้ชัดสามารถแยกแยะน้ำผึ้งปรุงแต่งออกอย่างชัดเจน



Association of Analytical Communities (AOAC) official methods of analysis method 998.12: C-4 plant sugars in honey, internal standard stable carbon isotope ratio method. AOAC Int. Gaithersburg MD (USA). 1999, Chap. 44, 27–30.

การพิสูจน์การปลอมปนในไวน์

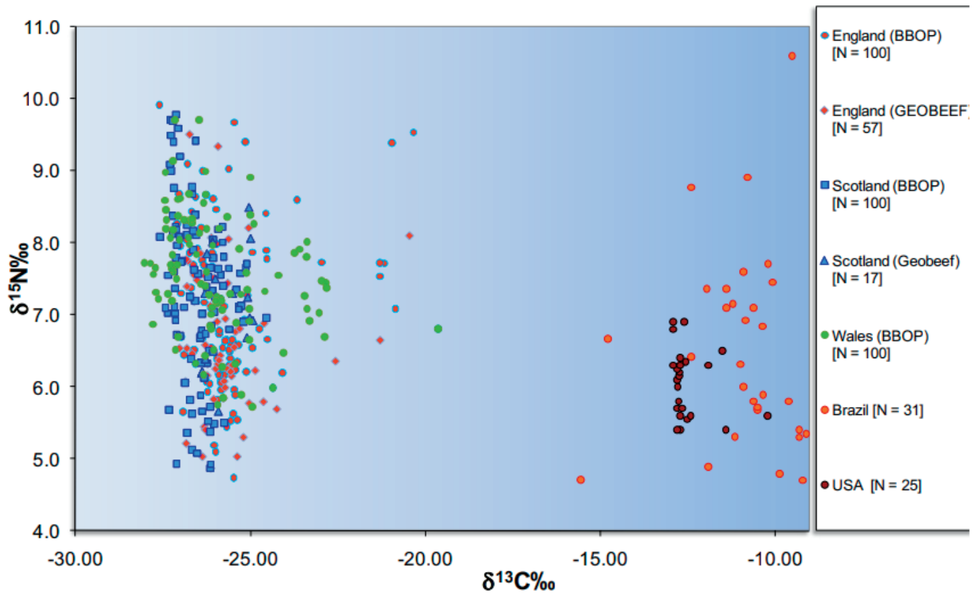
การปลอมปนไวน์มักพบในรูปแบบการเติมน้ำผลไม้ สารให้ความหวาน หรือน้ำ ลงในไวน์แท้ เพื่อเพิ่มปริมาณ รวมถึงการติดฉลากปลอมเพื่อหลอกลวงผู้บริโภค
ตัวอย่าง: ไวน์แดง
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปอ๊อกซิเจน-18
กรณีศึกษา: ได้นำไวน์แดงมาเติมน้ำลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณ และเป็นการลดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เป็นองค์ประกอบ และทำการวัดร่องรอยไอโซโทปอ็อกซิเจน-18 เมื่อเติมน้ำลงไปในปริมาณต่างๆกัน



Carter, J.F., Yates., H. S. A., Tinggi, U., J. Agric. Food Chem. 63, (2015), 5771−5779.

การสืบค้นแหล่งที่มาของเนื้อวัว

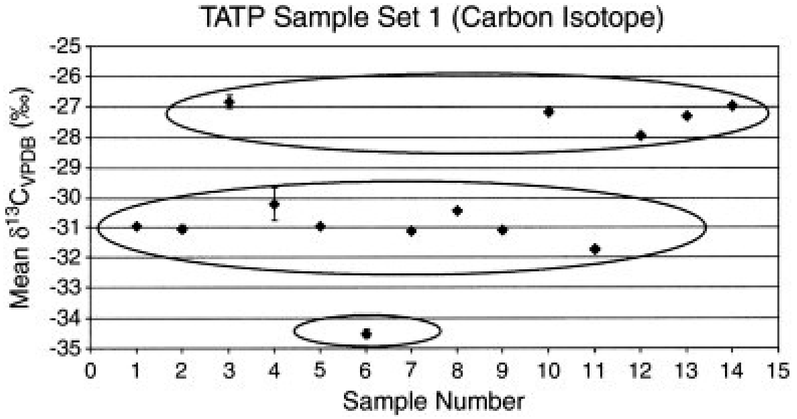
การสืบค้นถึงแหล่งที่มาของเนื้อวัวที่ขายในท้องตลาด โดยพิจารณาจากอาหารในท้องถิ่นที่วัวเหล่านั้นถูกเลี้ยง
ตัวอย่าง: เนื้อวัว
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13 และ ไนโตรเจน-15
กรณีศึกษา: นำเนื้อวัวที่ติดฉลากจากประเทศต่างๆ ทั้งจากสหราชอาณาจักร ยุโรปเหนือ ที่ทุ่งหญ้าเป็นพืช C3 ขณะที่บราซิล และสหรัฐอเมริกา มีทุ่งหญ้าที่เลี้ยงเป็นพืช C4 เช่นข้าวโพด ด้วยเหตุดังกล่าวร่องรอยไอโซโทปคาร์บอนในเนื้อจึงแตกต่างกัน นอกจากนี้ร่องรอยไอโซโทปไนโตรเจนก็จะบอกความแตกต่างของพืชตะกูลถั่วที่ถูกนำมาเลี้ยงปศุสัตว์ด้วย

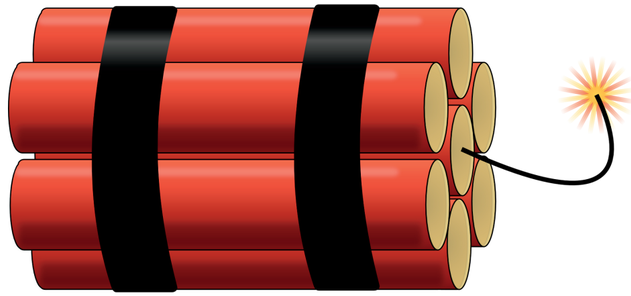


Heaton et al (2008) Verifying the geographical origin of beef: The application of multi-element isotope and trace element analysis Food Chemistry, 107, 506-515

การสืบค้นต้นตอของวัตถุระเบิด

การสนับสนุนความพยายามในการต่อต้านการก่อการร้ายมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความมั่นคงในประเทศและระหว่างประเทศ
การสืบค้นหาต้นตอของวัตถุระเบิด ตั้งแต่แหล่งผลิต ผู้ซื้อหรือผู้ครอบครองจึงเป็นสิ่งจำเป็น
ตัวอย่าง: ระเบิดชนิด TATP และ PETN จากแหล่งวัตถุดิบต่างกัน
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13 ไฮโดรเจน-2 และ อ๊อกซิเจน-18
กรณีศึกษา: นำตัวอย่าง TATP จำนวน 14 ชนิดที่ผลิตเอง และ PETN จำนวน 15 ชนิดมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคหาร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-14 ไฮโดรเจน-2 และออกซิเจน-18 พบว่าด้วยวัตถุดิบที่ต่างแหล่งกัน กระบวนการผลิตที่ต่างกัน จะให้ผลที่ต่างกัน ก็จะทำให้หน่วยงานรัฐทราบได้ถึงแหล่งที่มาของวัตถุระเบิดที่นำมาก่ออาชญากรรม

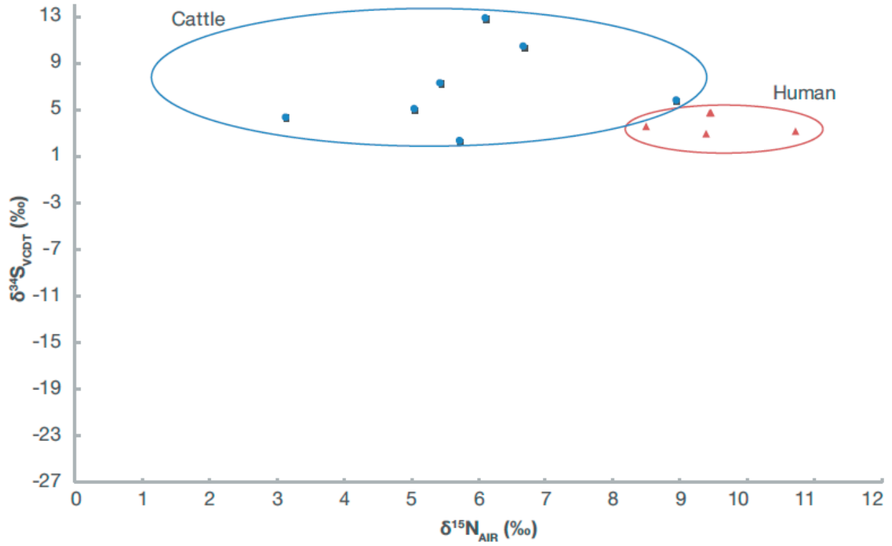




Benson, S.J., Lennard, C.J., Maynard, P.B., , Hill, D.M., Andrew, A.S., Roux, C. (2009) Forensic analysis of explosives using isotope ratio mass spectrometry (IRMS) Preliminary study on TATP and PETN. Science and Justice. 49, 81-86.

การสืบค้นสารอาหารที่ทานในมนุษย์และสัตว์ผ่านคอลลาเจนในกระดูก

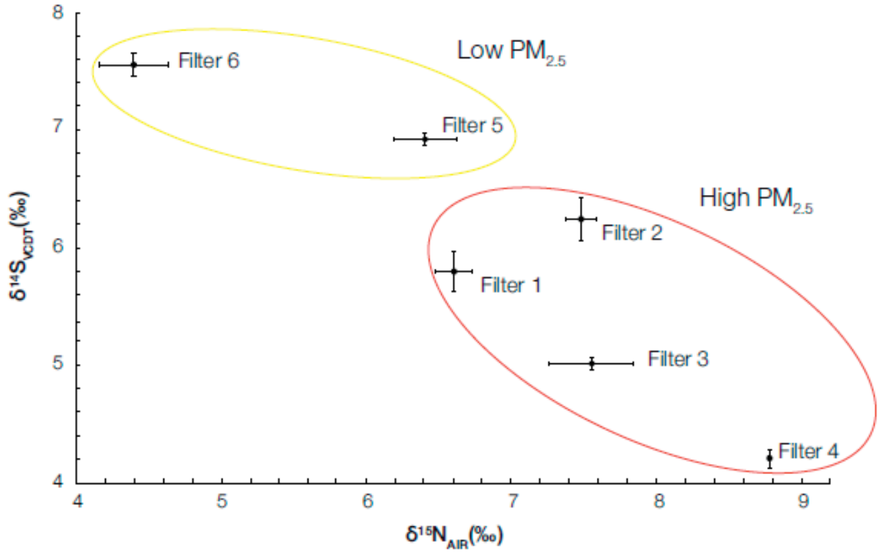
การสืบค้นสารอาหารของมนุษย์และสัตว์จากโครงกระดูกจะทำให้แยกแยะสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมการบริโภคอาหารเช่นมังสะวิรัติ รวมถึงเส้นทางการใช้ชีวิตและฤดูกาลของพืชผักที่ได้รับประทาน
ตัวอย่าง: คอลลาเจนในกระดูก
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปไนโตรเจน-15 และ กำมะถัน-34
กรณีศึกษา: นำตัวอย่างกระดูกของมนุษย์ วัว มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างร่องรอยไอโซโทป พบว่าสามารถแยกแยะกลุ่มของวัวและมนุษย์ได้อย่างชัดเจน โดยการศึกษาพบว่าไนโตรเจนของมนุษย์ที่ต่างจากวัวเนื่องจากได้รับจากสัตว์น้ำจำพวกปลา



Nehlich, O., Oelze, V.M., Jay, M., Conrad, M., Stäuble, H., Teegen, W-R., Richards, M.P. (2014). Sulfur isotope ratios of multi-period archaeological skeletal remains from central Germany: A dietary study. Anthropologie. LII/1, 15-33.

การสืบค้นที่มาของฝุ่นพิษ PM2.5

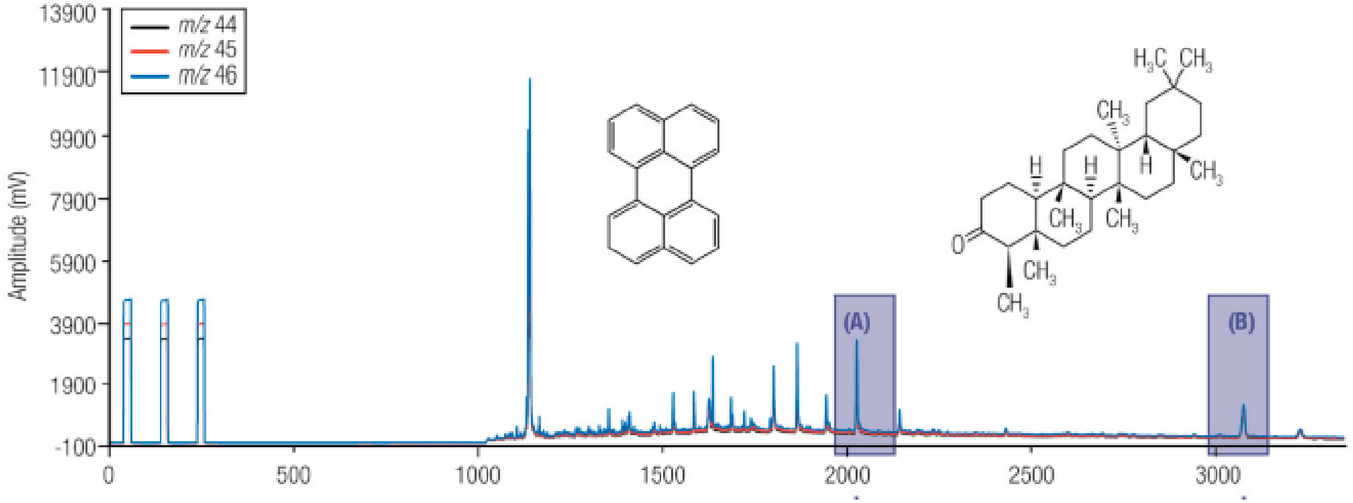
ฝุ่นพิษ PM2.5 ที่ก่ออันตรายมาในรูปฟอร์มของละอองซัลเฟต ไนตรัสออกไซด์ ที่ล้วนเกิดจากการเผาไหม้ของสารอินทรีย์และเชื้อเพลิง การสืบค้นที่มาของฝุ่นพิษนี้จะทำให้สามารถออกมาตรการป้องกันได้อย่างทันท่วงที
ตัวอย่าง: ฟิลเตอร์ไมโครไฟเบอร์ที่ผ่านอากาศเข้าไป
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปไนโตรเจน-15 และ กำมะถัน-34
กรณีศึกษา: ในประเทศเกาหลีใต้ได้มีการศึกษาและพบว่าร่องรอยไอโซโทปของกำมะถัน-34 ที่เกิดโดยธรรมชาติและที่มนุษย์ก่อขึ้นมีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับร่องรอยไอโซโทปไนโตรเจน-15 ในอากาศและที่เกิดจากการเผาไหม้สารอินทรีย์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ



1) Han, X., et al. (2016) Using Stable Isotopes to trace sources and formation processes of sulfate aerosols from Beijing, China. Nature Scientific Reports. 6: 29958.
2) Beyn, F., et al. (2015) Do N-isotopes in atmospheric nitrate deposition reflect air pollution levels? Atmos. Environ., 107, 281-288.
3) Dai et al (2015) Chemical and stable carbon isotopic composition of PM2:5 from on-road vehicle emissions in the PRD region and implications for vehicle emission control policy. Atmos. Chem. Phys., 15, 3097-3108.

การสืบค้นต้นตอของมลพิษในดินและในตะกอนแหล่งน้ำ

สารพิษ สารก่อมะเร็งจำพวกไฮโดรคาร์บอน ในอากาศ ในดิน และในตะกอนแหล่งน้ำ ที่ถูกปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมน้ำมันและเชื้อเพลิง
ตัวอย่าง: ตะกอนจากแหล่งน้ำ
หลักฐานเชิงประจักษ์: ร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13
กรณีศึกษา: พบว่าในตะกอนตามธรรมชาติจะมีร่องรอยไอโซโทปคาร์บอน-13 อยู่ที่ -23% ถึง -25% ในขณะที่ตะกอนจากแหล่งน้ำใกล้โรงงานนำมาทดสอบพบค่าอยู่ที่ -28% ถึง -31% ซึ่งจากการศึกษาสามารถสืบค้นต้นตอของมลพิษจากถ่านหิน การเผาไม้ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้อย่างชัดเจน



Okuda, T., Kumata H., , Naraoka, H., Takada, H. (2002) Organic Geochemistry 33, 1737–1745.