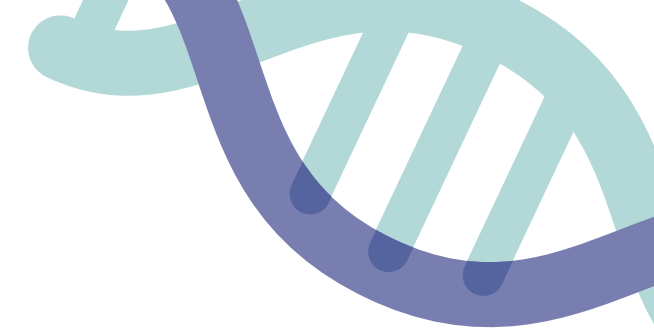




การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาหารกับยีน

Diet and gene interaction

อาจารย์ ดร. ปราธนา ตปนีย์, PhD, RD, RDN, CDT
อาจารย์และนักกำหนดอาหารวิชาชีพ
สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล



จากรากฐานพันธุกรรม สู่ความท้าทายในการประยุกต์ใช้

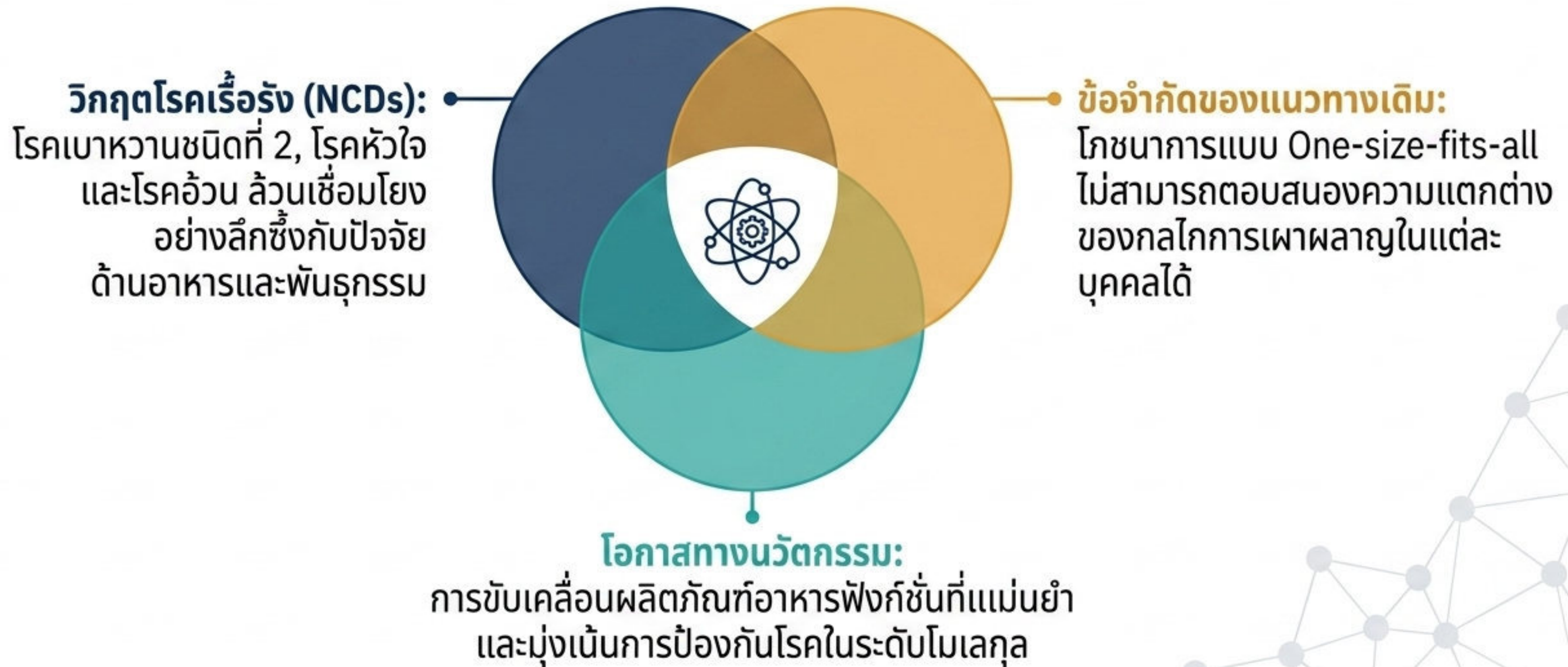
พื้นฐานพันธุกรรม &
โภชนพันธุศาสตร์
(Morning Session)



คำถามสำคัญของช่วงบ่าย (Afternoon Focus)

- สารอาหารสั่งการเซลล์ในระดับยีนได้อย่างไร?
- เราจะแปลผลงานวิจัยเชิงลึกสู่กรอบการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างไร?

ทำไม Food–Gene Interaction จึงสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร?



Science

ค้นพบกลไกพื้นฐานระดับ
เซลล์และระดับโมเลกุล

Evidence

วิเคราะห์ผลลัพธ์ทาง
คลินิกและงานวิจัย

Application

แปลความหมายสู่
กลยุทธ์ทางโภชนาการ

Industry

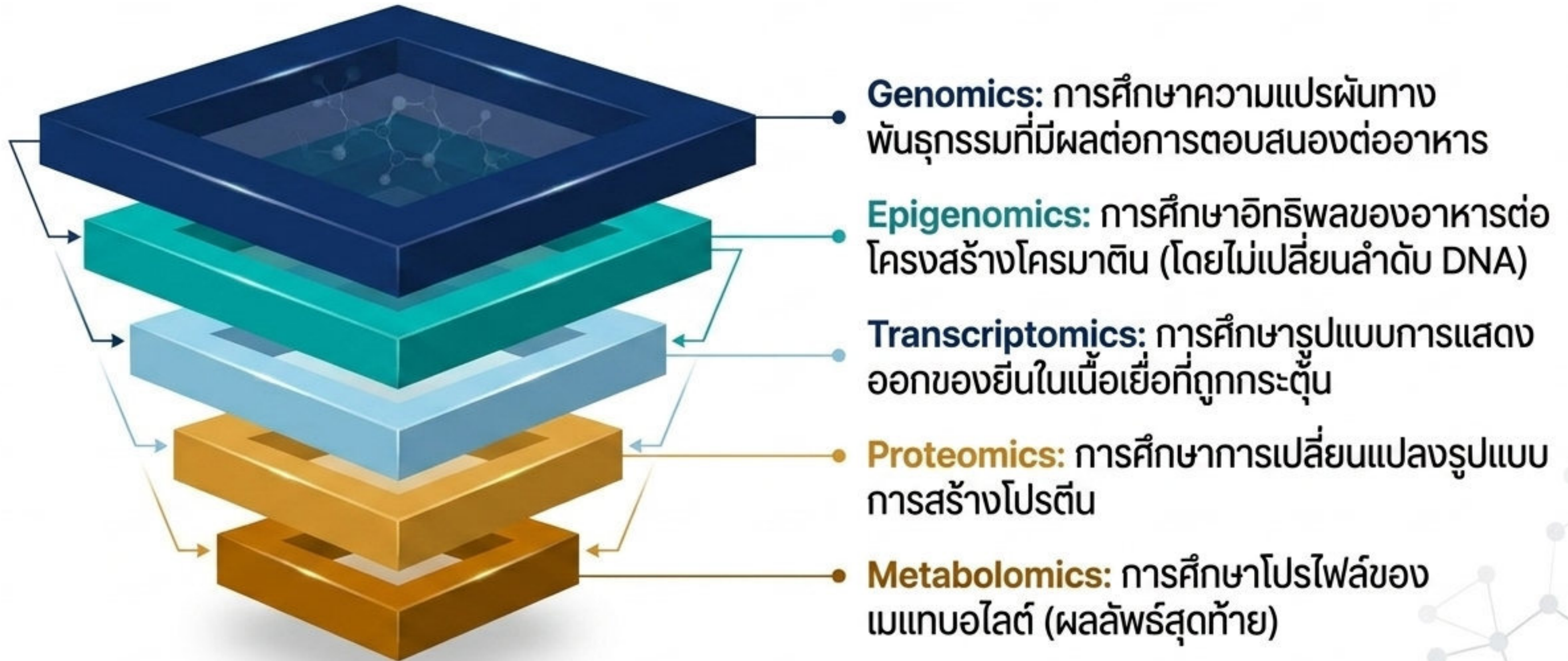
ออกแบบผลิตภัณฑ์
เป้าหมายเฉพาะกลุ่ม



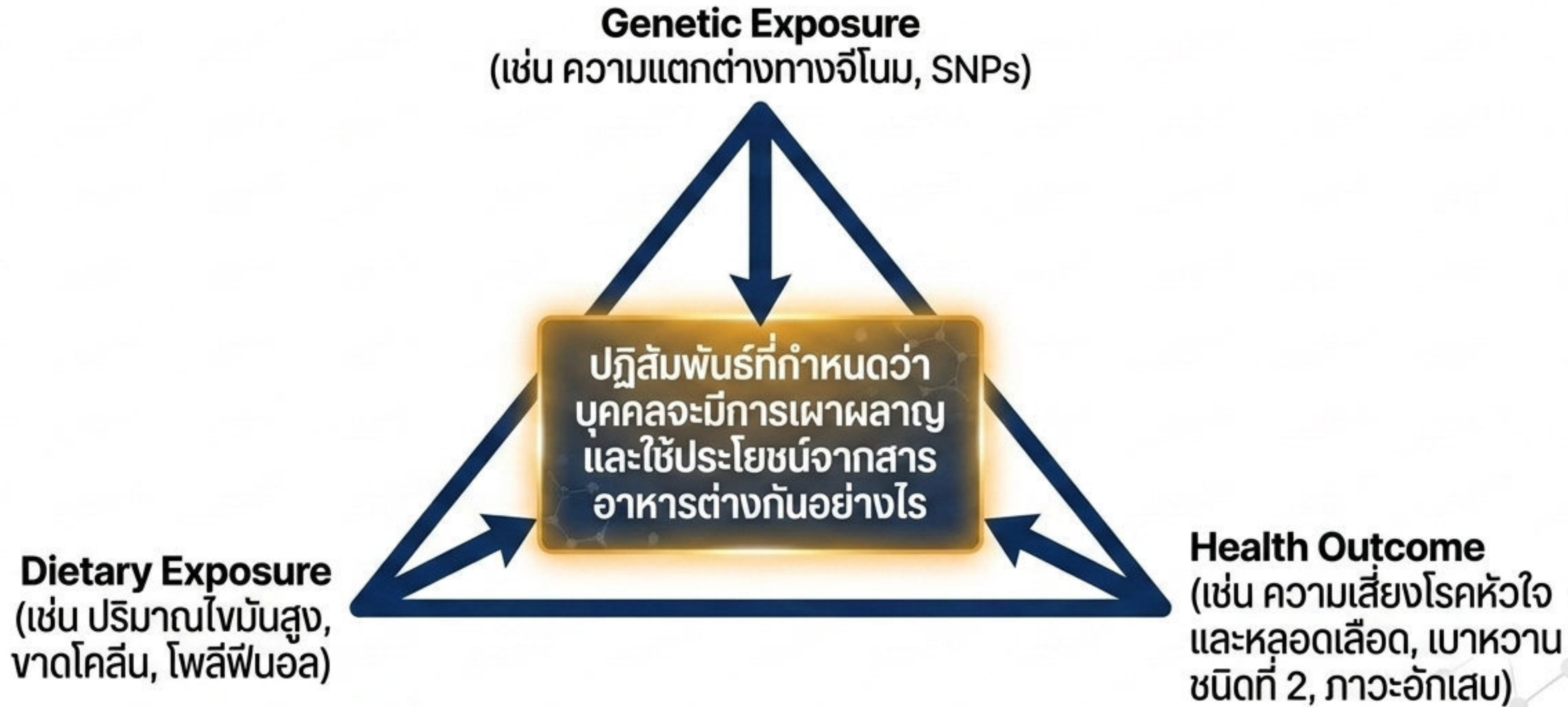
จากคำถามทางวิทยาศาสตร์ สู่คำถามในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

คำถามวิจัย (Science)	คำถามในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product)
สารประกอบโพลีฟีนอลปรับเปลี่ยน Transcriptome อย่างไร?	เราควรสกัดและคงตัวโพลีฟีนอลใน ฟอร์มไหนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สูงสุด?
ความแปรผันทางพันธุกรรมใดมีผล ต่อการดูดซึมสารอาหาร?	ผลิตภัณฑ์สูตรนี้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแบบใด?
อาหารเปลี่ยนแปลง Epigenetics อย่างไร?	ผลิตภัณฑ์สามารถเคลมผลลัพธ์เชิง ป้องกันสุขภาพระยะยาวได้หรือไม่?

องค์ประกอบของงานวิจัย Gene–Diet Interaction (Multi-omics)



จุดตัดสำคัญ: Genetic, Dietary และ Health Outcome



ขยายขอบเขตการมองผลลัพธ์: การแสดงออกทางกายภาพ (Phenotype)



Phenotype (ลักษณะทางกายภาพที่แสดงออก):
ผลรวมของการทำงานร่วมกันระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำหนักตัว โครงสร้างร่างกาย

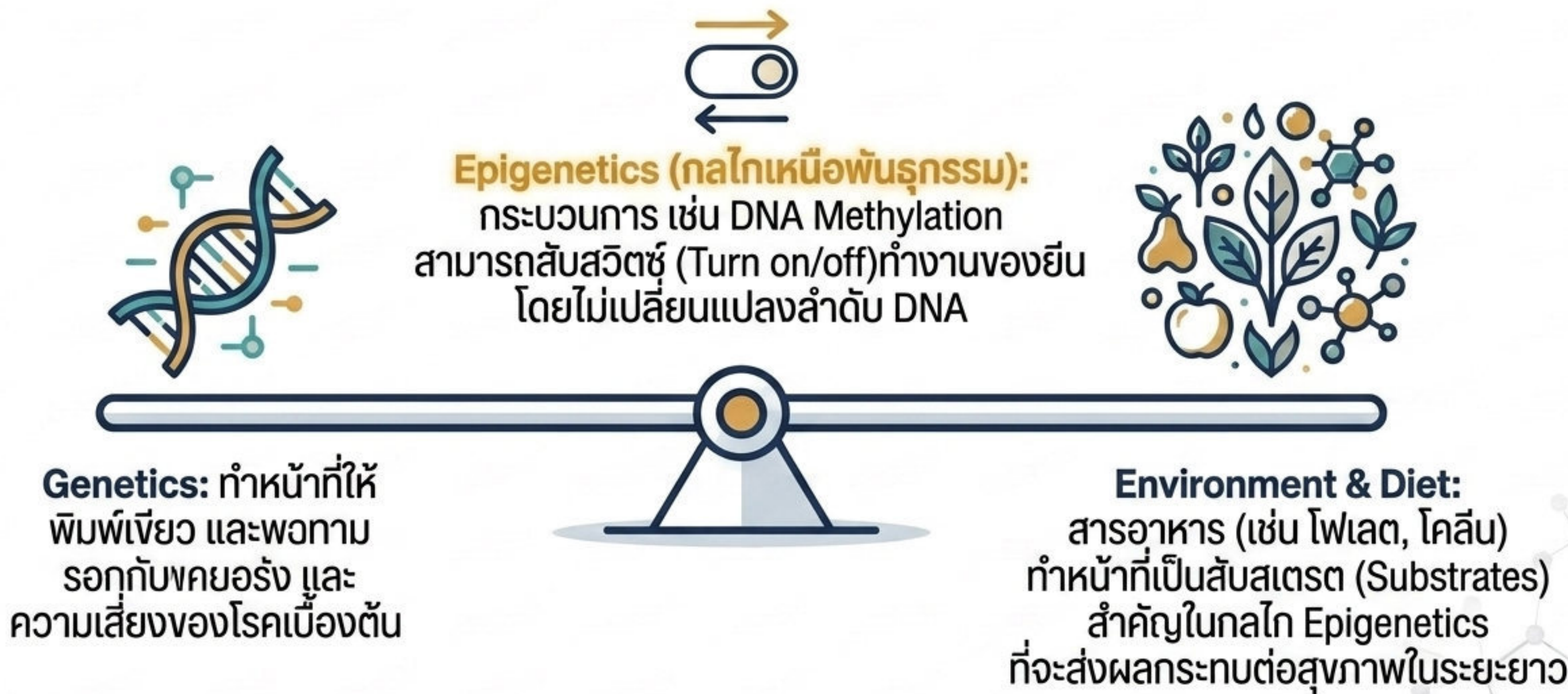


Metabolic Phenotype:
การตอบสนองทางการเผาผลาญภายใน เช่น ความไวต่ออินซูลิน ระดับคอเลสเตอรอล (ตัวอย่างยีน: **ABCA1**, **APOE**)



Sensory Phenotype:
การรับรู้รสชาติและ
ความชอบอาหาร
ที่มีผลโดยตรงต่อพฤติกรรม
การบริโภค

Gene Is Not Destiny: ยีนไม่ใช่ตัวกำหนดโชคชะตาทั้งหมด

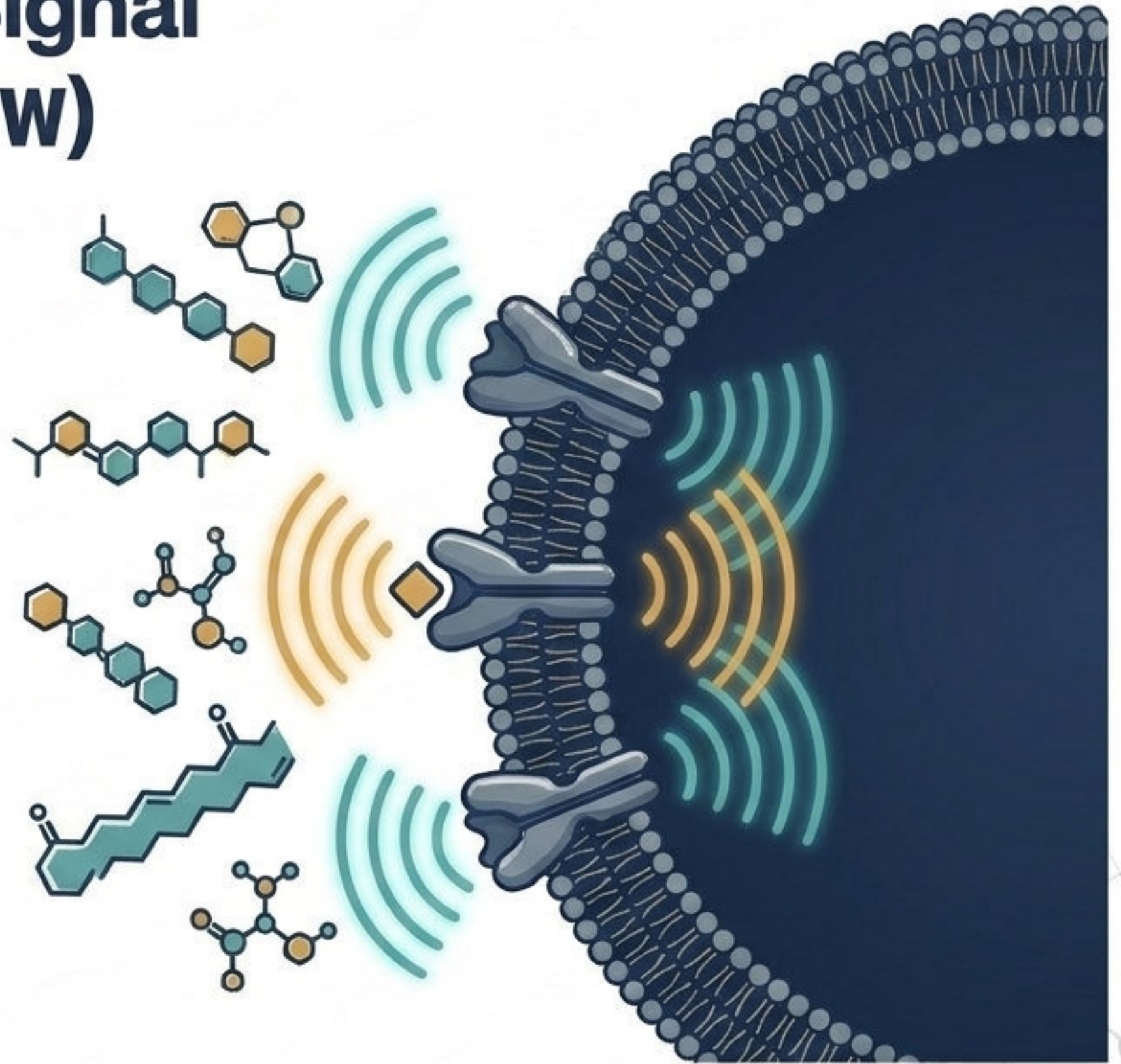


อาหารในฐานะ Biological Signal (โมเลกุลสัญญาณทางชีวภาพ)

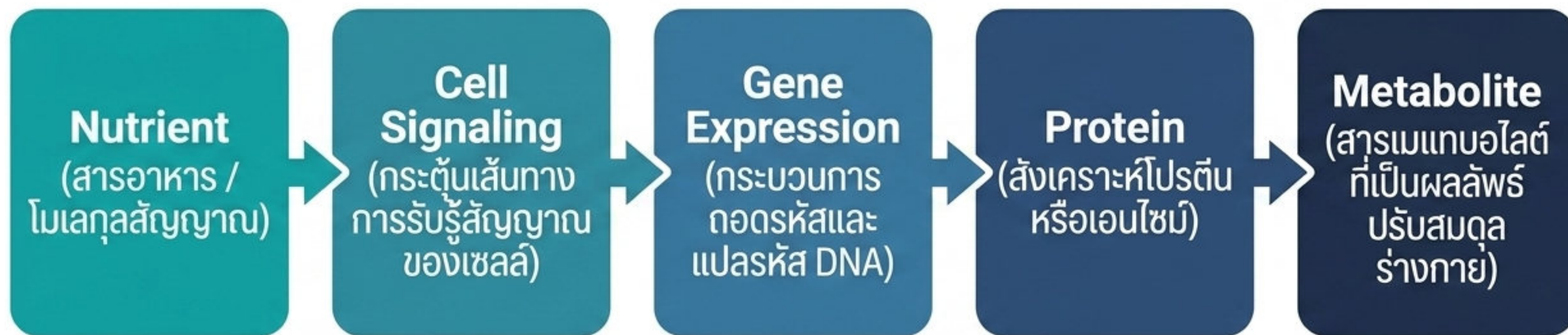
โครงสร้างโมเลกุลของอาหารมีผลโดยตรง
ต่อเส้นทางการรับรู้สัญญาณ
(Signaling Pathways)

ตัวอย่าง: กรดไขมันอิ่มตัว vs ไม่อิ่มตัว
กระตุ้นกลไกการอักเสบและการเผาผลาญ
ที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

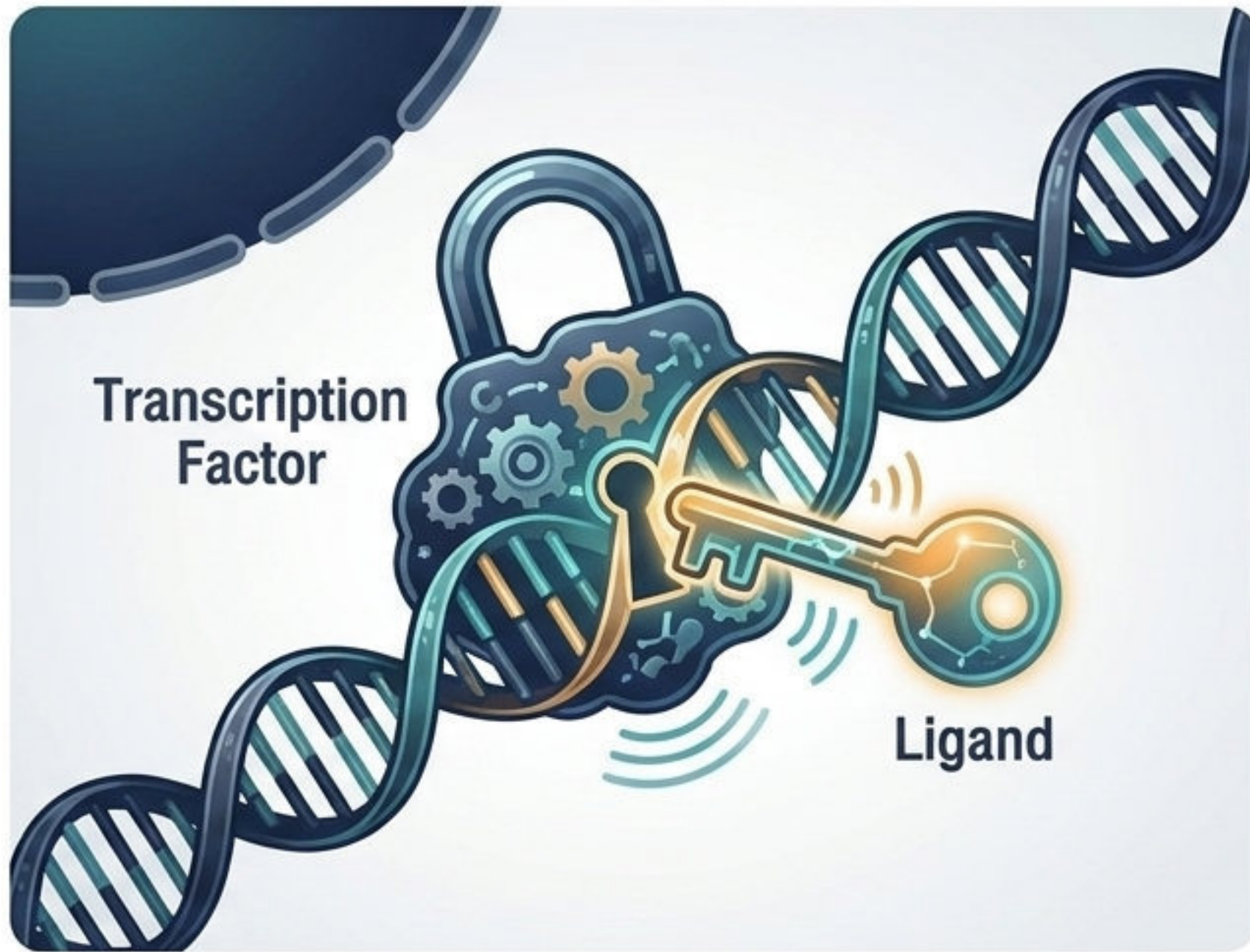
จุดสำคัญ: สารอาหารไม่ได้เป็นแค่
พลังงาน แต่คือ **ชุดคำสั่ง**
ที่ใช้สั่งการทำงานของเซลล์



กลไกการส่งต่อสัญญาณ จากงานอาหารสู่ระดับเซลล์



บทบาทของ Transcription Factors (ปัจจัยการถอดรหัส)



สารอาหารทำงานเป็น **ลิแกนด์ (Ligands)**
ที่วิ่งเข้าไปจับกับ Transcription Factors

เมื่อจับกันแล้ว จะทำหน้าที่สั่ง **เสริม** หรือ **ยับยั้ง**
การถอดรหัสของยีนเป้าหมาย

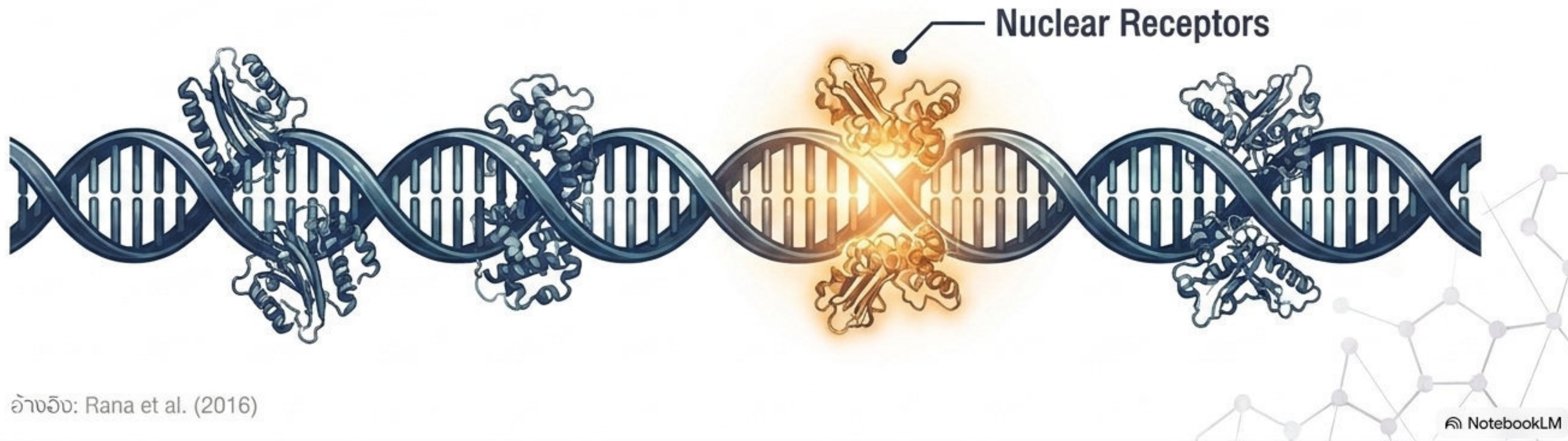
อธิบายกลไกว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ
(Bioactive compounds) เช่น โพลีฟีนอล
สามารถลดการแสดงออกของยีนที่ก่อให้เกิดการอักเสบได้อย่างไร

Nuclear Receptors (ตัวรับภายในนิวเคลียส) ในการตอบสนองต่อสารอาหาร

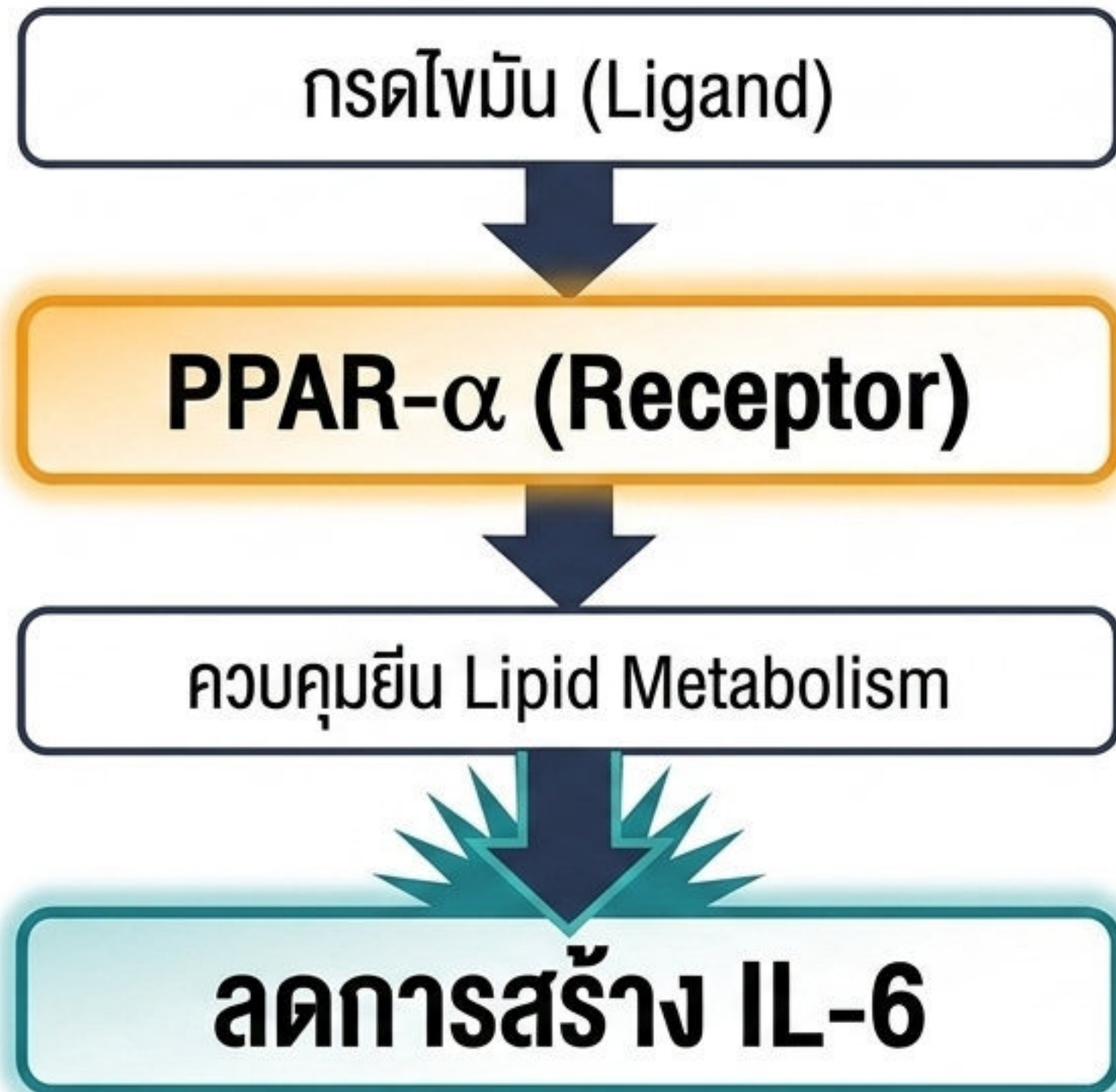
คือกลุ่มของโปรตีนตัวรับที่ทำหน้าที่เป็น Transcription Factors โดยตรงเมื่อมีสารอาหารมากระตุ้น

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากสารอาหารที่มีความเฉพาะเจาะจงสูง (เช่น กรดไขมัน, วิตามินดี)

เป็น **กุญแจสำคัญ** ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มุ่งเป้าในการจัดการกับโรคเมตาบอลิก (Metabolic diseases)



เจาะลึก PPARs และการควบคุมการเผาผลาญไขมัน



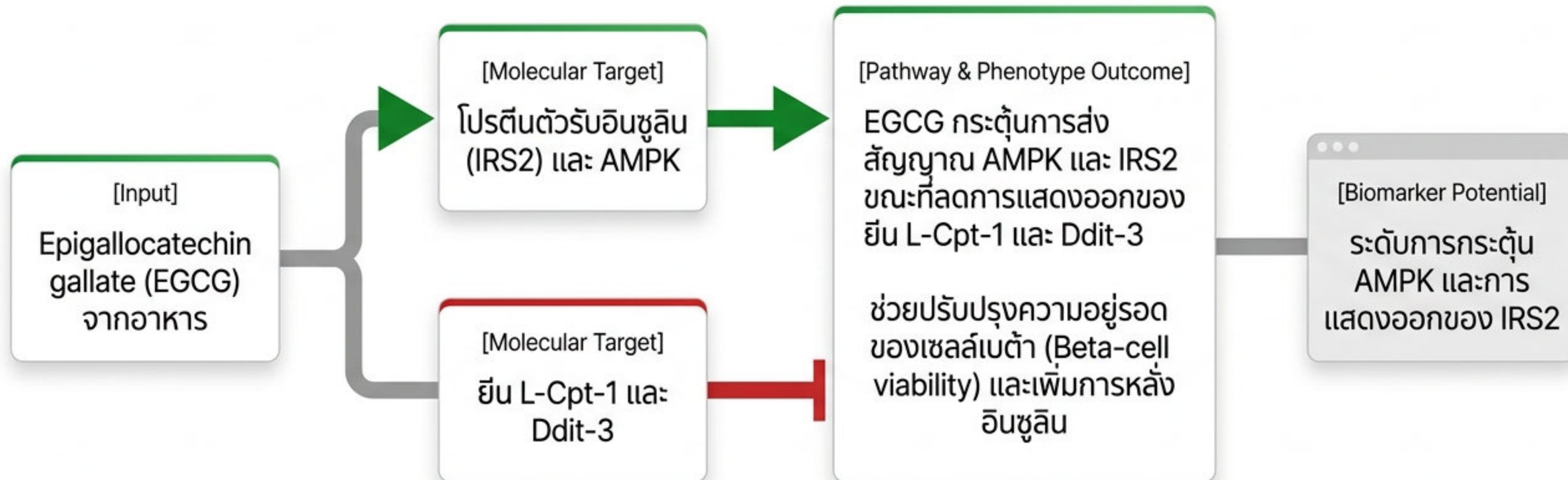
PPARs (Peroxisome Proliferator-Activated Receptors):

เป็นตัวรับภายในนิวเคลียส (Nuclear Receptors) ที่สำคัญที่สุดในการควบคุมการเผาผลาญพลังงาน

กลไก: เมื่อถูกกระตุ้นโดยกรดไขมัน (Ligand) จะทำหน้าที่ควบคุมยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ Lipid Metabolism อย่างเป็นระบบ

ผลลัพธ์เชิงประจักษ์: การกระตุ้น PPAR-α นำไปสู่การลดลงของสารส่งสัญญาณการอักเสบ (เช่น IL-6) และช่วยลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดได้จริง

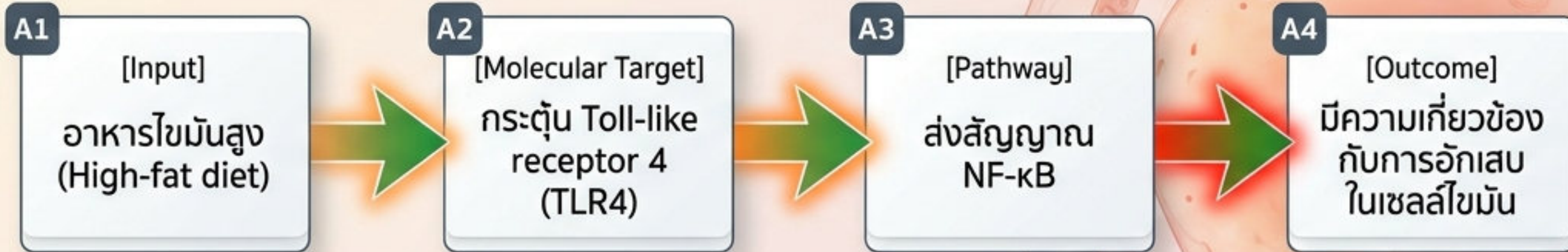
AMPK: ตัวตรวจจับสถานะพลังงานของเซลล์



ข้อความสำคัญ: AMPK ทำหน้าที่เป็นสวิตช์พลังงานหลักของเซลล์ที่ตอบสนองต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยรักษาสมดุลของเซลล์ผลิตอินซูลิน (อ้างอิง: Rana et al., 2016)

NF-κB และการควบคุมกระบวนการอักเสบ

Top Track: The Inflammatory Path



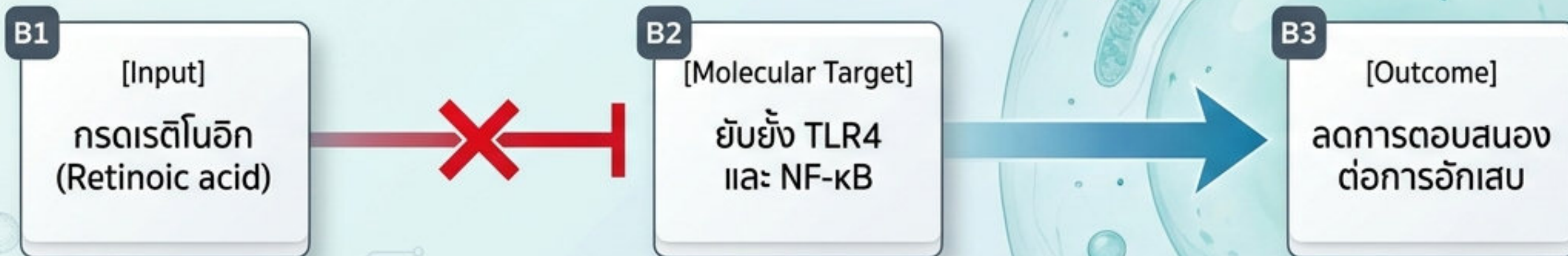
[Biomarker Potential]



ระดับไซโตไคน์ที่
ก่อการอักเสบ
(TNF-alpha,
IL-1, iNOS)

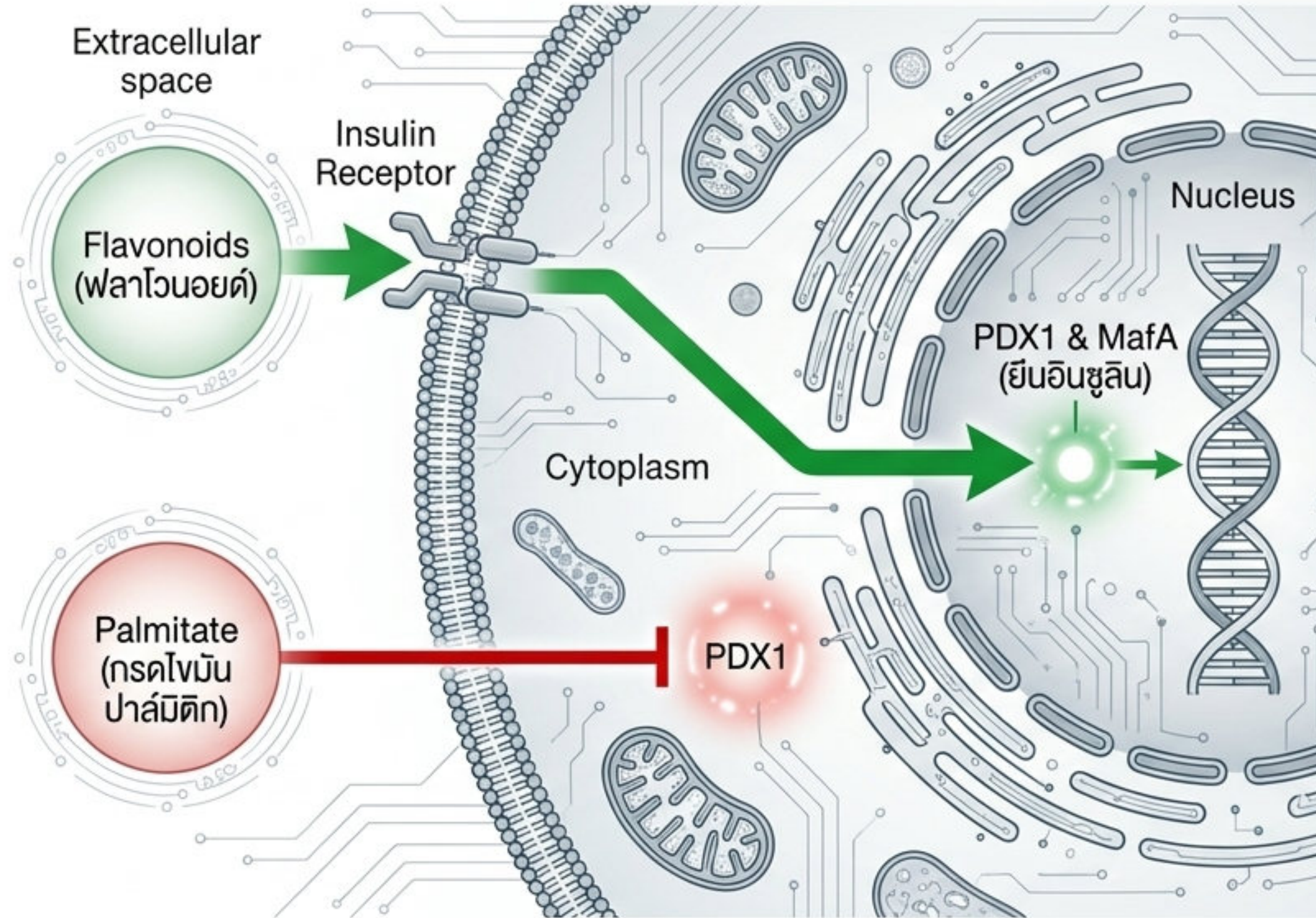


Bottom Track: The Protective Path



ข้อความสำคัญ: NF-κB คือศูนย์กลางการสั่งการกระบวนการอักเสบที่สามารถถูกเปิดหรือปิดได้ผ่านชนิดของสารอาหารที่บริโภค

Insulin Signaling Pathway และปัจจัยทางโภชนาการ



[Pathway]

Flavonoids ควบคุมเส้นทางการส่งสัญญาณอินซูลินโดยตรง ในขณะที่ Palmitate ยับยั้งการแสดงออกของยีนอินซูลินโดยขัดขวางการเคลื่อนที่ของ PDX1 เข้าสู่นิวเคลียส

[Phenotype Outcome]

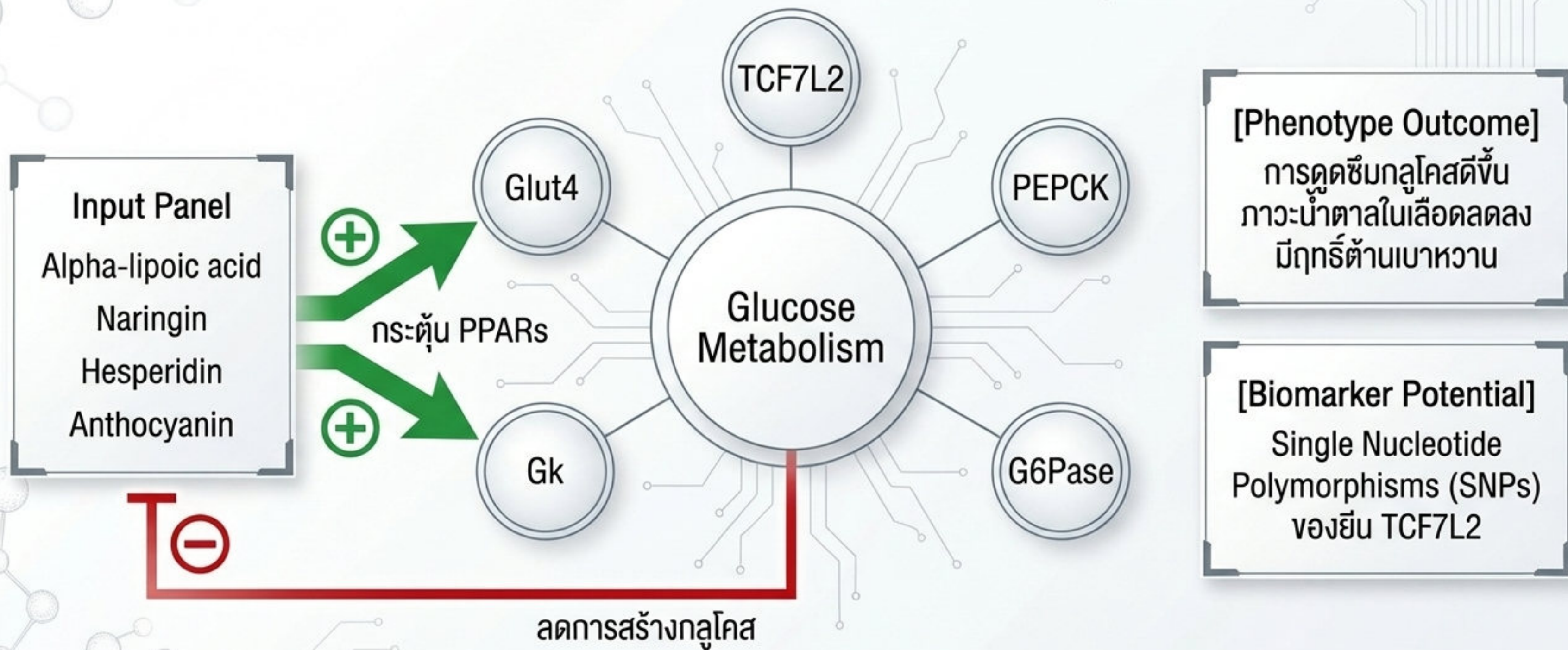
ฟลาโวนอยด์มีความเกี่ยวข้องกับการดูดซึมกลูโคสที่ดีขึ้น; ปาล์มิตเตลดประสิทธิภาพการผลิตอินซูลิน

[Biomarker Potential]

การแสดงออกของยีน PDX1 และ MafA

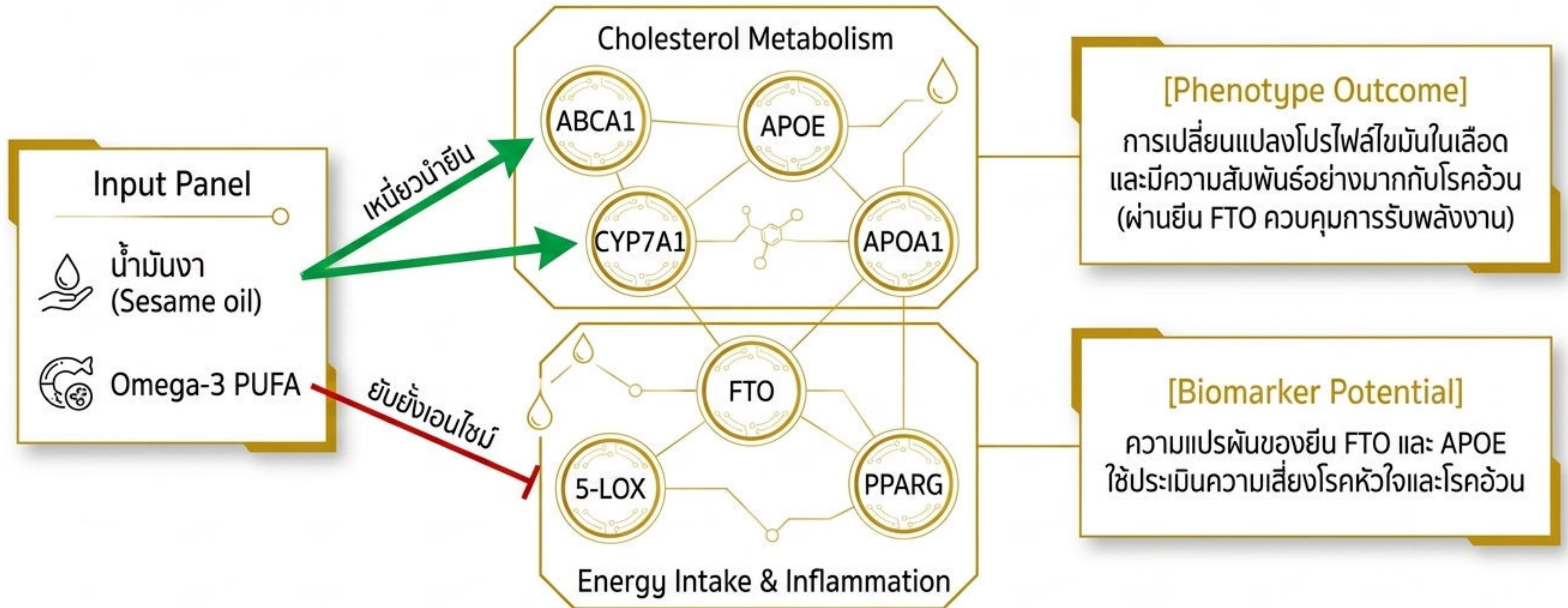
ข้อความสำคัญ: สารอาหารสามารถแทรกแซงการส่งสัญญาณอินซูลินได้ลึกถึงระดับการเคลื่อนย้ายโปรตีนเข้าสู่นิวเคลียส

Gene Network ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญกลูโคส



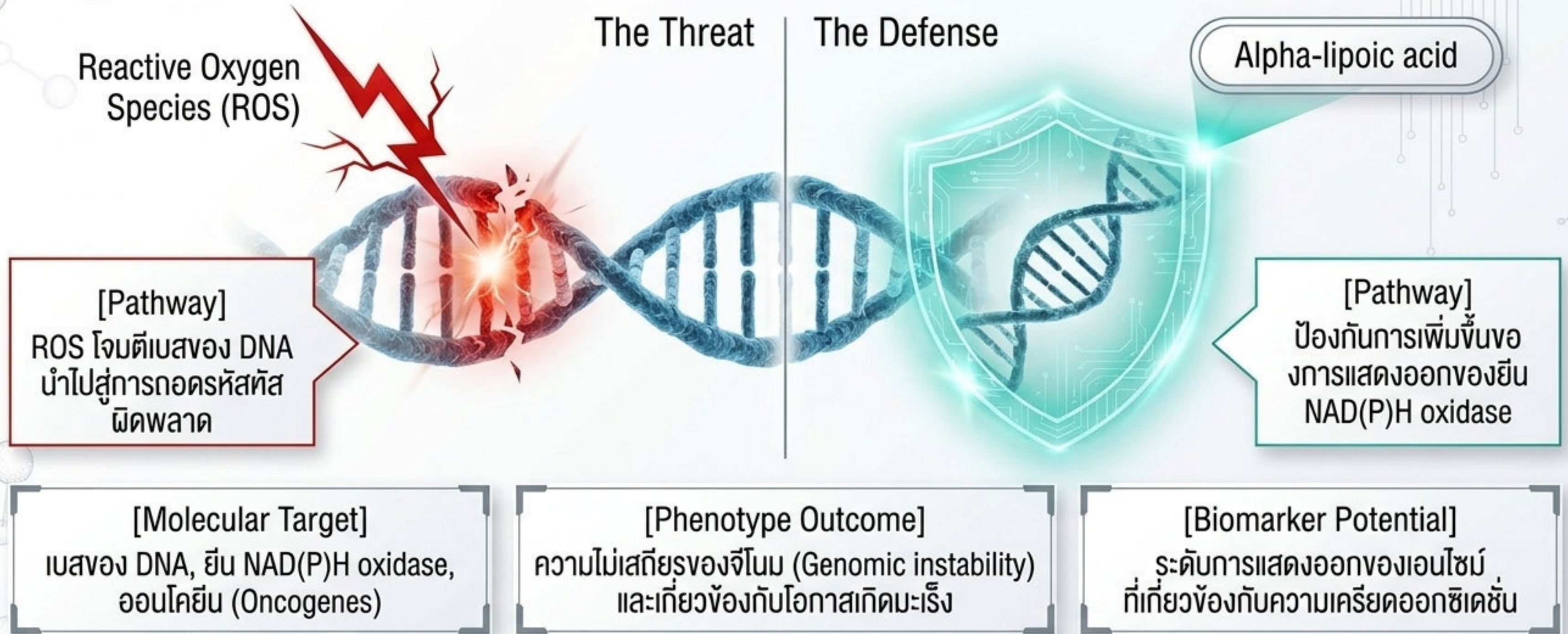
ข้อความสำคัญ: สารประกอบพฤกษเคมีหลายชนิดทำงานสอดคล้องกันผ่านเครือข่ายยีนหลายตัวเพื่อเพิ่มความไวต่ออินซูลิน

Gene Network ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญไขมัน



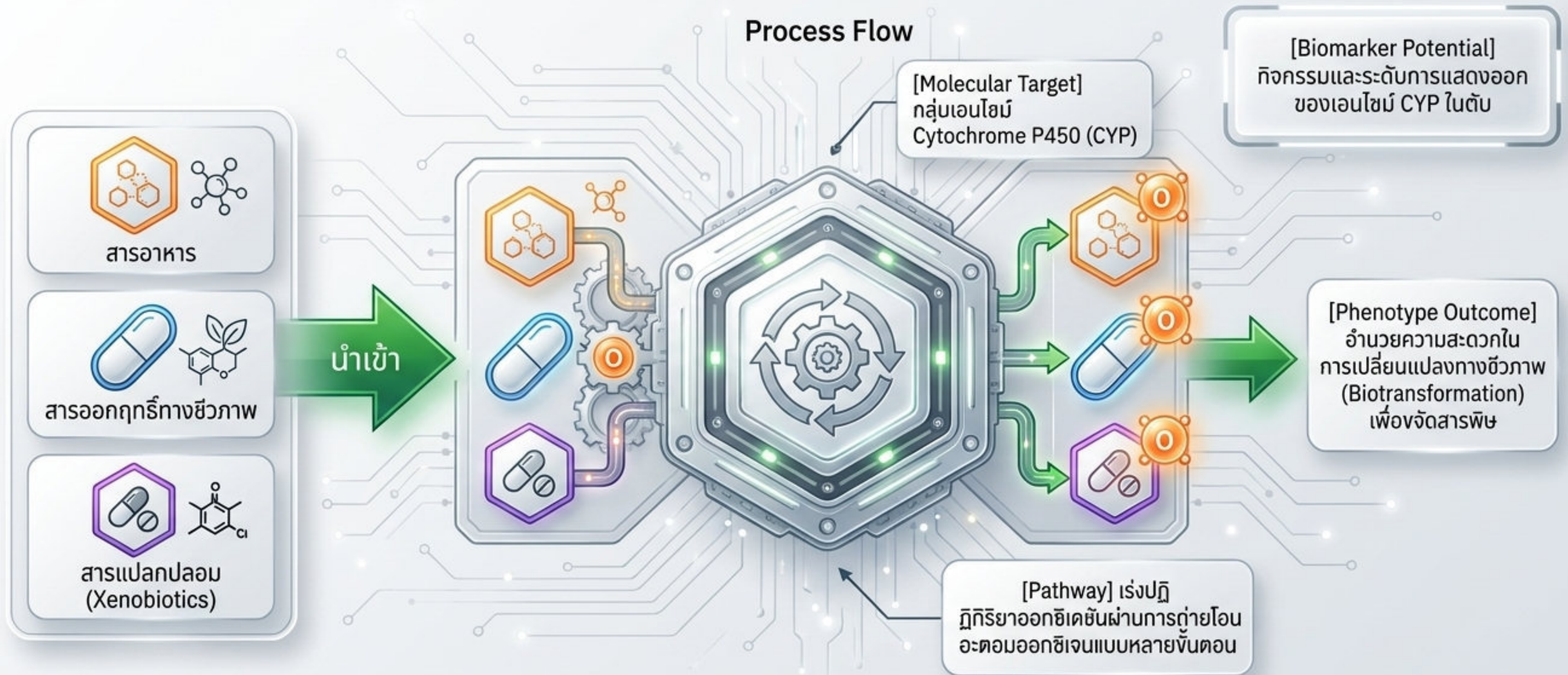
ข้อความสำคัญ: เครือข่ายยีนกลุ่ม APO และ FTO ตอบสนองอย่างจำเพาะต่อโครงสร้างทางโมเลกุลของกรดไขมัน (อิ่มตัว vs. ไม่อิ่มตัว)

Oxidative Stress และการตอบสนองของยีน



ข้อความสำคัญ: ภาวะความเครียดออกซิเดชันแทรกแซงกระบวนการกลายพันธุ์ DNA โดยตรง ก่อให้เกิดความไม่เสถียรของจีโนม

Cytochrome P450 กับการเปลี่ยนแปลงสารแปลกปลอม



ข้อความสำคัญ: CYP คือ 'ด่านหน้า' ของระบบเผาผลาญที่ทำหน้าที่เปลี่ยนโครงสร้างสารอาหารและสารพิษให้ร่างกายจัดการได้ง่ายขึ้น

ยีน CYP1A2: ความแตกต่างทางพันธุกรรมในการเผาผลาญสารออกฤทธิ์

[Input] สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในอาหาร (เช่น คาเฟอีน)

Activation

[Molecular Target] ยีน CYP1A2

อัลลีลปกติ



อัตราการเอนไซม์ปกติ

สารอาหารหรือคาเฟอีนตกค้างในร่างกายนานกว่า

อัลลีล 1F (rs762551)



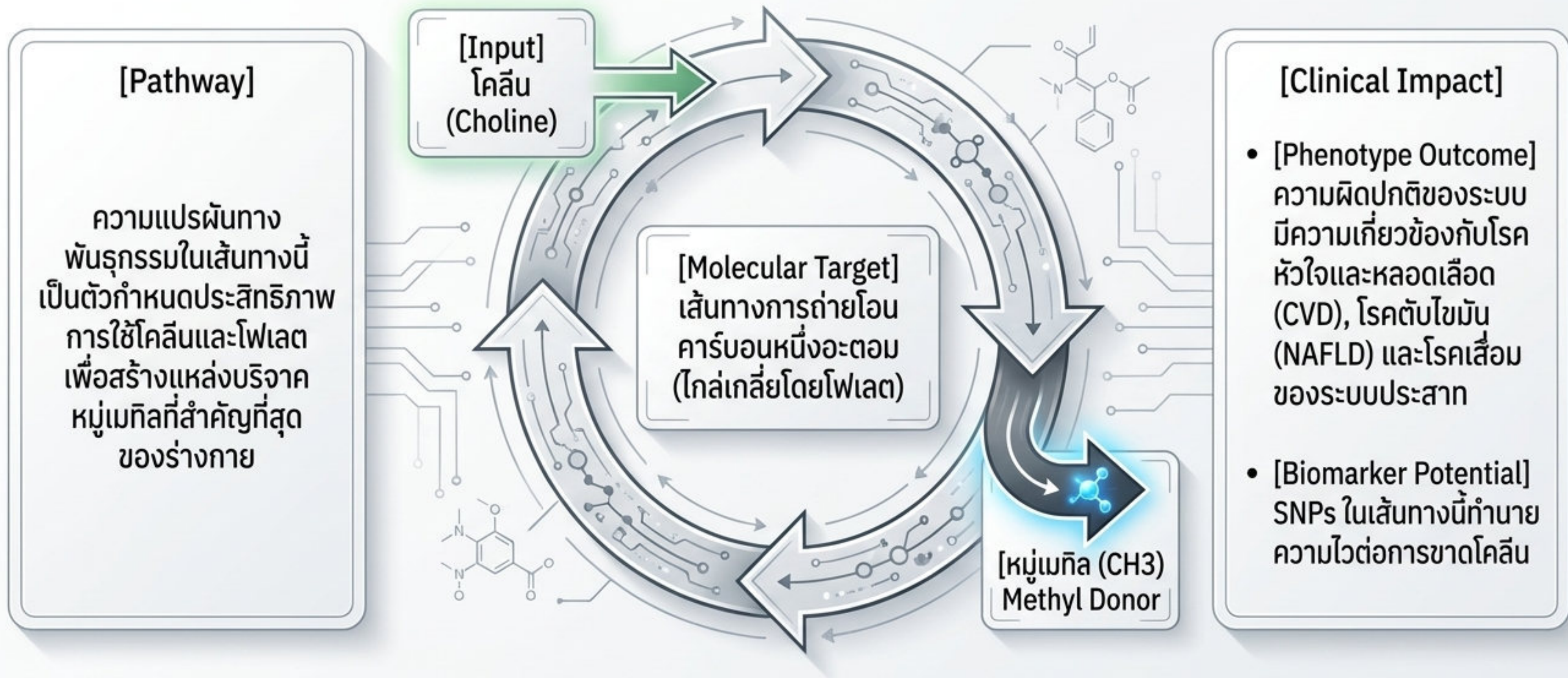
อัตราการเอนไซม์เพิ่มขึ้น (Fast Metabolizer)

สารอาหารถูกเผาผลาญและขจัดออกอย่างรวดเร็ว

[Biomarker Potential] อัลลีล 1F ของยีน CYP1A2 สามารถใช้เป็น Nutrigenetic biomarker เพื่อประเมินความสามารถในการเผาผลาญสารของแต่ละบุคคล

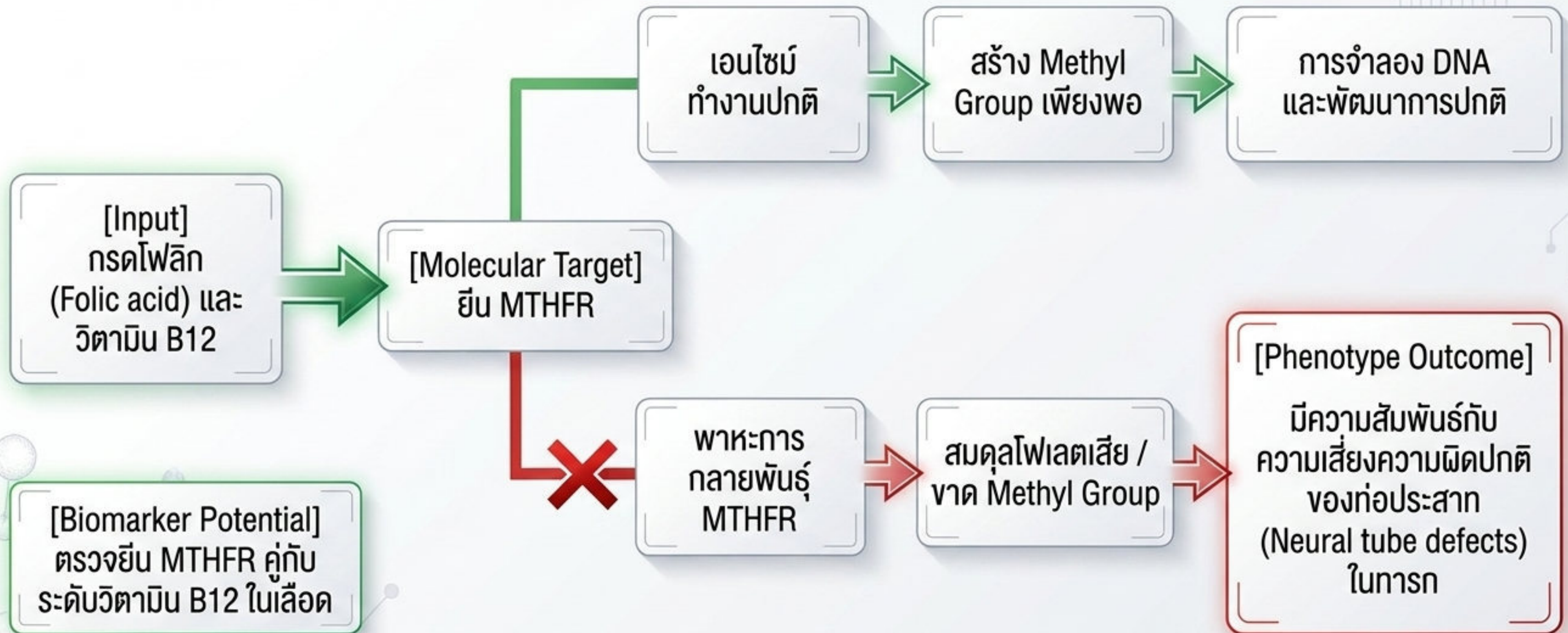
ข้อความสำคัญ: ความแตกต่างเพียง 1 ตำแหน่งบน DNA (SNP) อธิบายว่าทำไมคนจึงตอบสนองต่อสารออกฤทธิ์ตัวเดียวกันต่างกัน

One-Carbon Metabolism: ศูนย์กลางการถ่ายโอนเมทิล



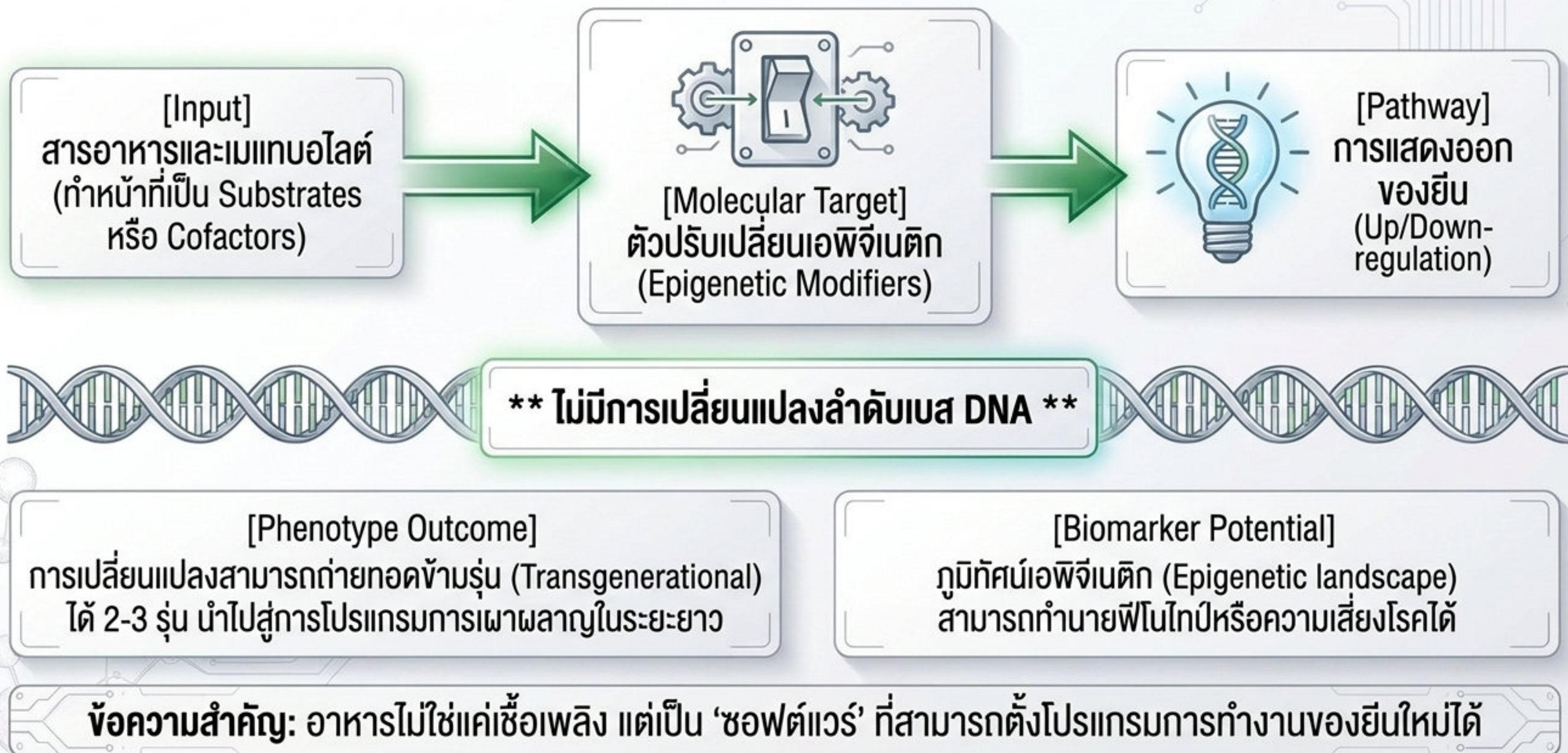
ข้อความสำคัญ: การเผาผลาญโคลีนและโฟเลตทำงานร่วมกันในฐานะแหล่งบริจาคหมู่เมทิล (Methyl donor) สำหรับดัดแปลง DNA

MTHFR, Folate และผลกระทบต่อพัฒนาการ

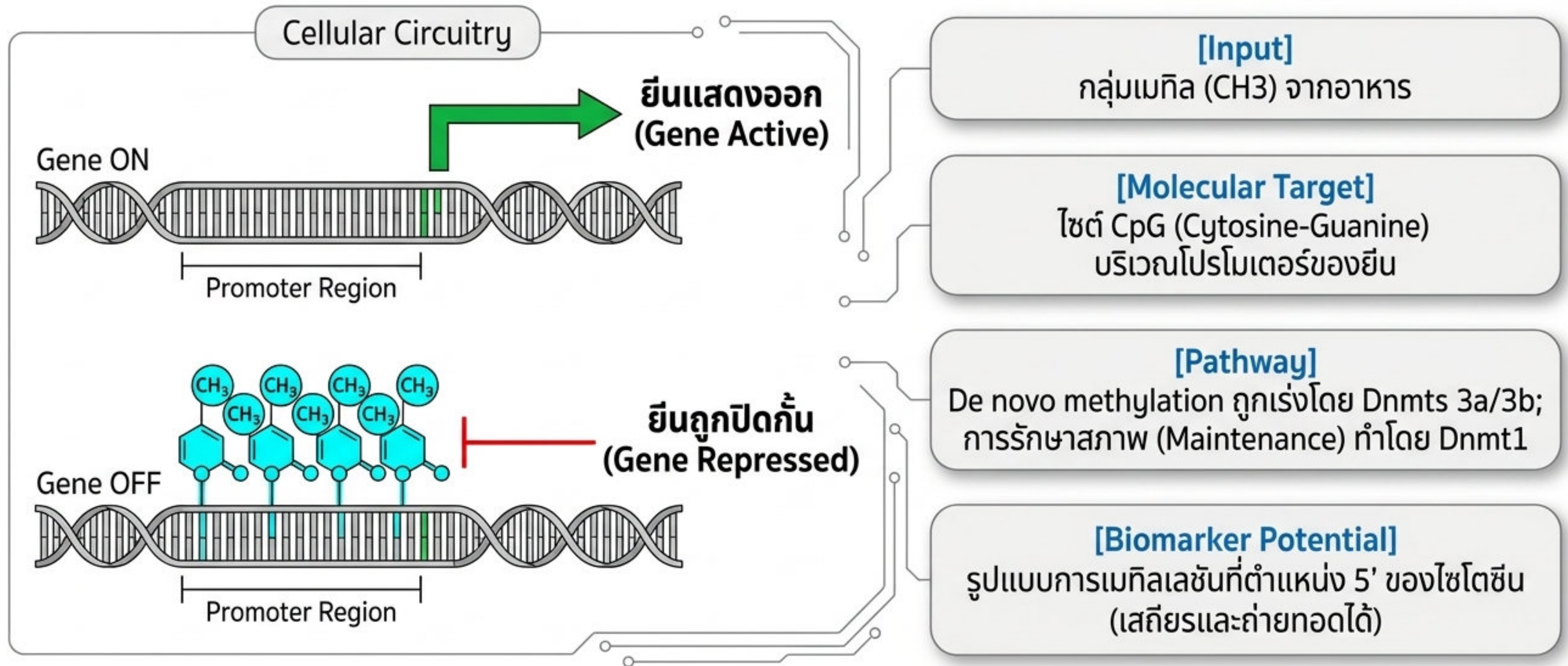


ข้อความสำคัญ: โภชนาการระหว่างตั้งครรภ์เป็นตัวอย่างคลาสสิกของปฏิสัมพันธ์อาหาร-ยีน (Nutriepigenomics) ที่ส่งผลข้ามรุ่น

Epigenetics ในฐานะสะพานเชื่อมอาหารกับการแสดงออกของยีน

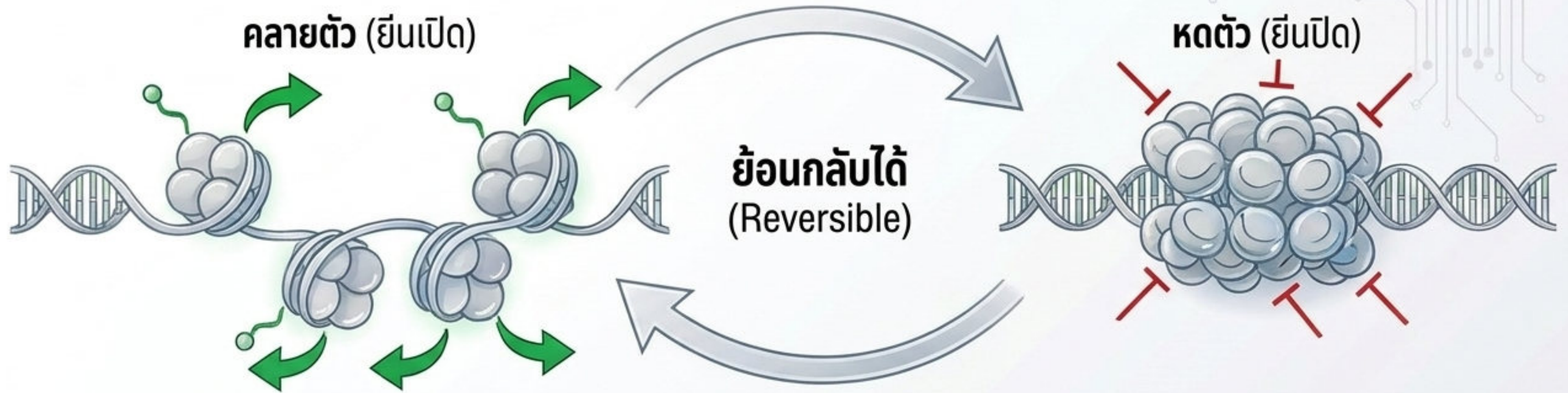


DNA Methylation: สวิตช์ปิด-เปิดระดับโปรโมเตอร์



ข้อความสำคัญ: การเติมหมู่เมทิลคือกลไกพื้นฐานและเสถียรที่สุดในการทำเครื่องหมายทางกายภาพบน DNA

Histone Modification: การคลายและบีบอัดโครมาติน



[Input & Target]
เคอมีน (Curcumin)
และสารประกอบทางชีวภาพ
มุ่งเป้าไปที่โปรตีนฮิสโตน H3

[Pathway]
เคอมีนลดการอะซิไทเลชัน
(Acetylation) ของฮิสโตน H3
โดยปรับเปลี่ยน SOCS-1,
SOCS-3 และ p38 MAPK

[Phenotype Outcome]
ยับยั้งสารส่งสัญญาณการ
อักเสบ (IL-6, TNF-alpha)
ที่เหนี่ยวนำโดย LPS

[Biomarker Potential]
โปรไฟล์ของการดัดแปลงฮิสโตน
(Acetylation / Methylation marks)

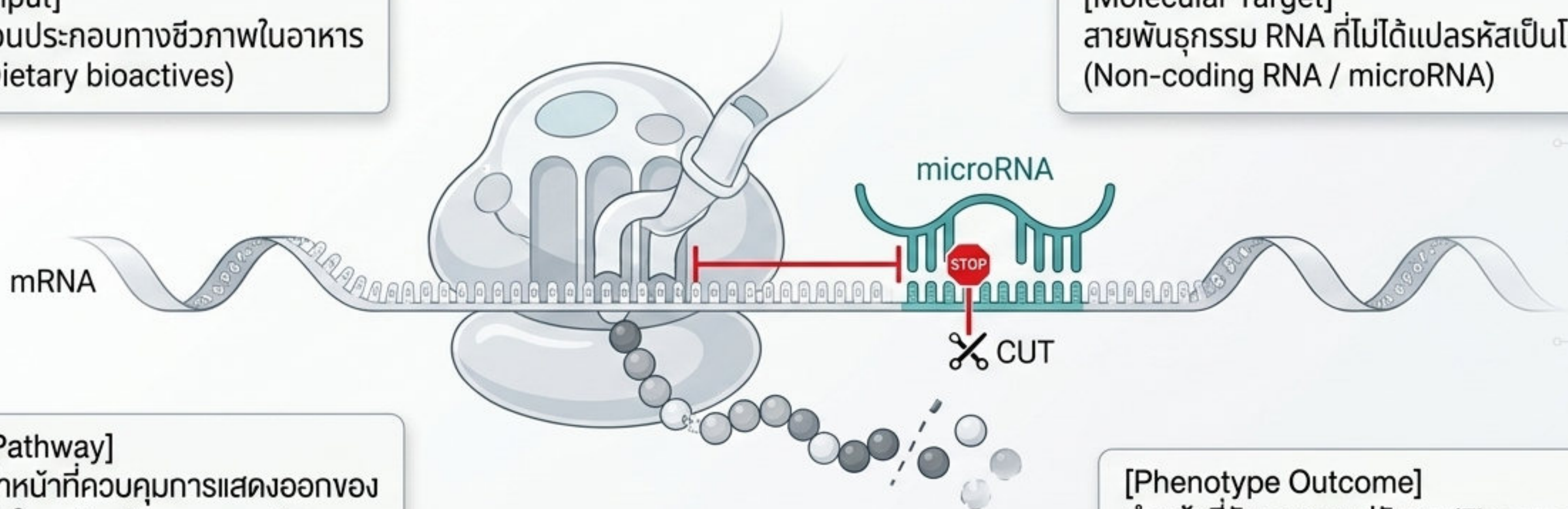
ข้อความสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงระดับฮิสโตนสร้างความยืดหยุ่นให้เซลล์ตอบสนองต่อโภชนาการแบบไดนามิก และปรับแก้ได้เสมอ

microRNA และ Non-coding RNA: การควบคุมหลังการถอดรหัส

[Biomarker] รูปแบบโปรไฟล์ของ microRNA ในของเหลวหรือเนื้อเยื่อ

[Input]
ส่วนประกอบทางชีวภาพในอาหาร
(Dietary bioactives)

[Molecular Target]
สายพันธุกรรม RNA ที่ไม่ได้แปลรหัสเป็นโปรตีน
(Non-coding RNA / microRNA)

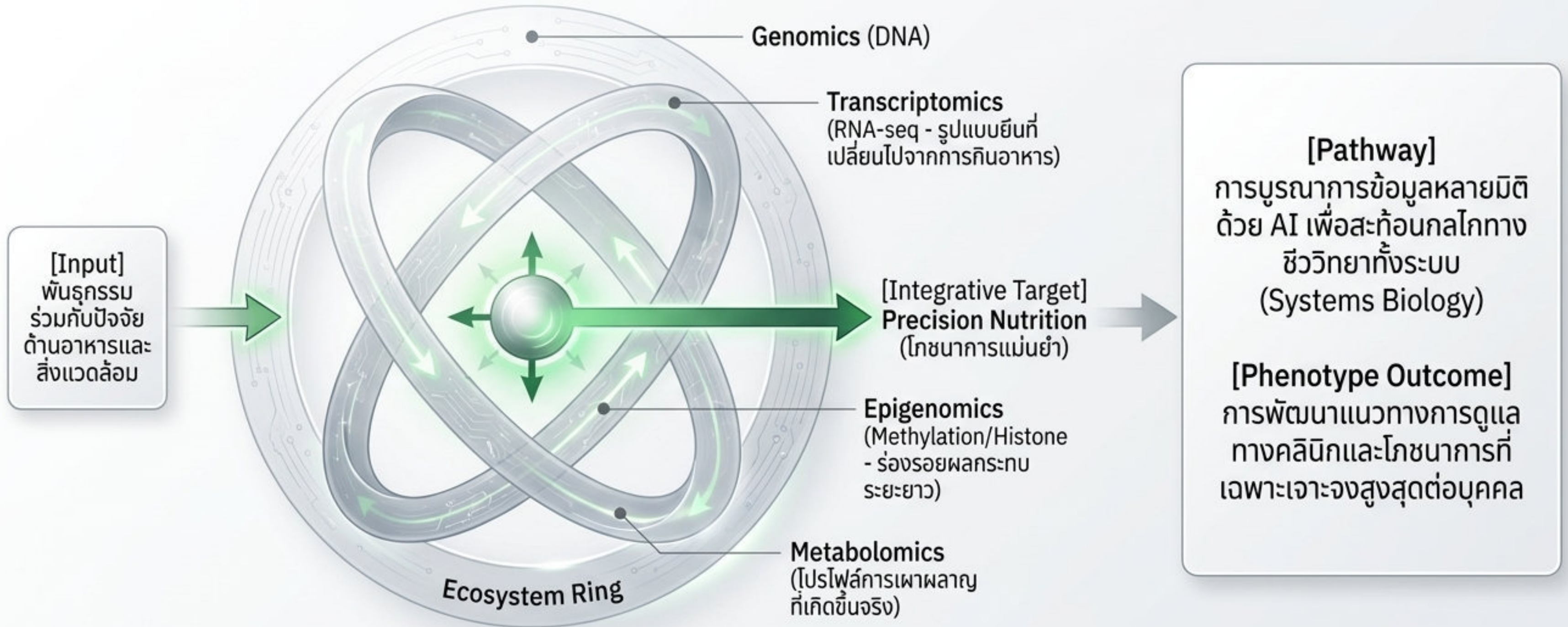


[Pathway]
ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของ
ยีนในระดับหลังการถอดรหัส
(Post-transcriptional level)

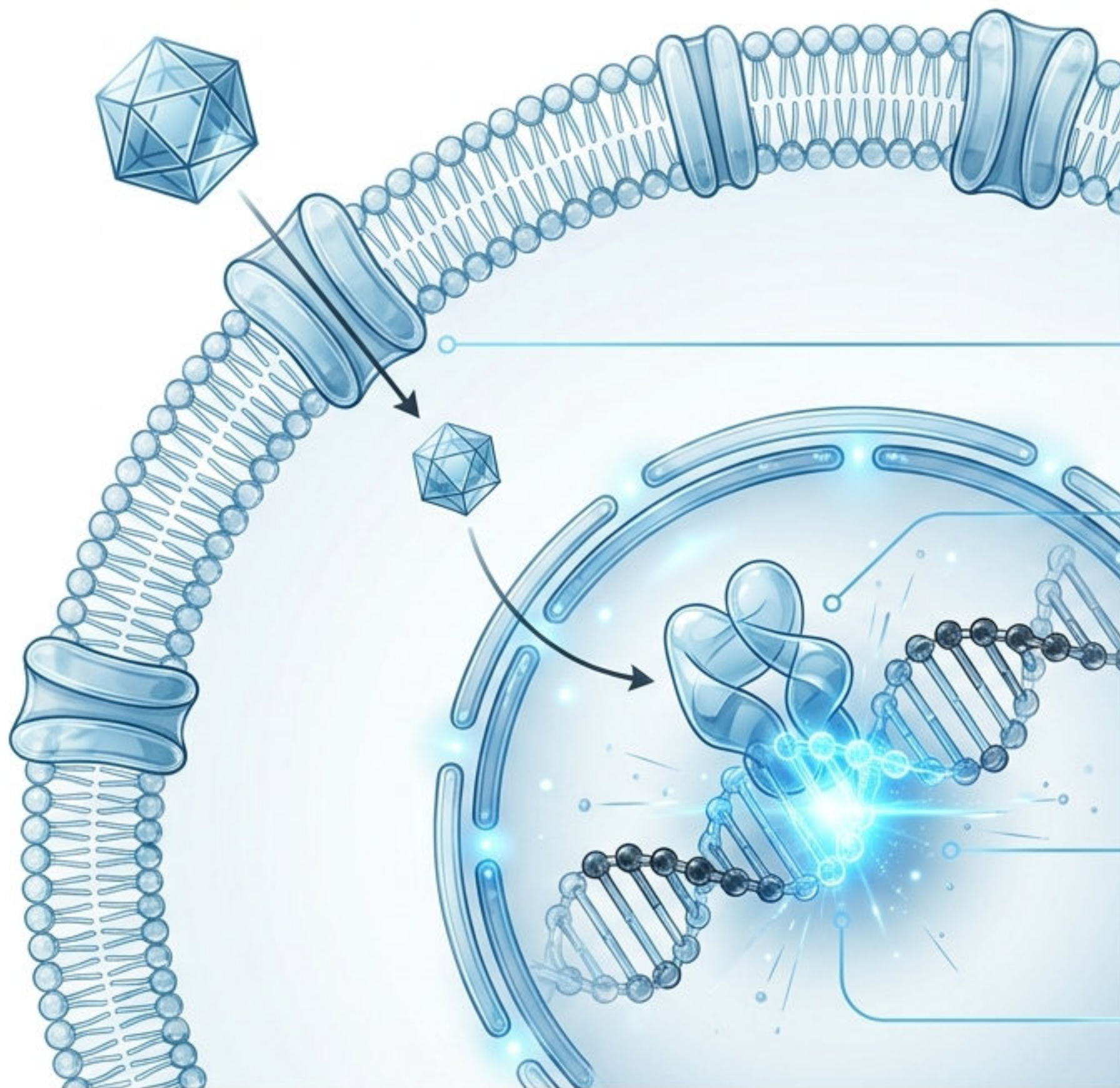
[Phenotype Outcome]
ทำหน้าที่ขัดเกลาและปรับจูน (Fine-tuning)
กลไกระดับโมเลกุลของปฏิสัมพันธ์อาหาร-ยีน

ข้อความสำคัญ: microRNA เปรียบเสมือนด่านสุดท้ายในการตรวจทานและปรับเปลี่ยนปริมาณการผลิตโปรตีนก่อนใช้งานจริง

จาก Genomics สู่ Multi-omics: อนาคตของโภชนาการเฉพาะบุคคล



ข้อความสำคัญ: อนาคตของการป้องกันโรคเรื้อรังไม่ได้จำกัดแค่ยีนตัวใดตัวหนึ่ง แต่คือการใช้ AI วิเคราะห์และบูรณาการข้อมูล 'Omics' ทั้งระบบเข้าด้วยกัน



สารอาหารทำหน้าที่เสมือน "โมเลกุลสัญญาณ" (Signaling Molecules) ในระดับเซลล์

สารอาหารไม่ได้ให้แค่พลังงาน แต่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเข้าสู่เซลล์เพื่อปรับเปลี่ยนการแสดงออกของยีน

การกระตุ้นปัจจัยการถอดรหัส: สารอาหารทำหน้าที่เป็นลิแกนด์ (Ligands) จับกับตัวรับในนิวเคลียส เช่น PPARs

การปรับเปลี่ยนเส้นทางการส่งสัญญาณ: ควบคุมกลไกการรับรู้ของเซลล์ เช่น กลไกการอักเสบ NFkB

การควบคุมเอนไซม์เฉพาะหลาย: มีอิทธิพลต่อเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญกลูโคสและไขมันโดยตรง

ผลลัพธ์เชิงประจักษ์: นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของโปรตีนและเมแทบอลิต์ในร่างกายอย่างเป็นระบบ

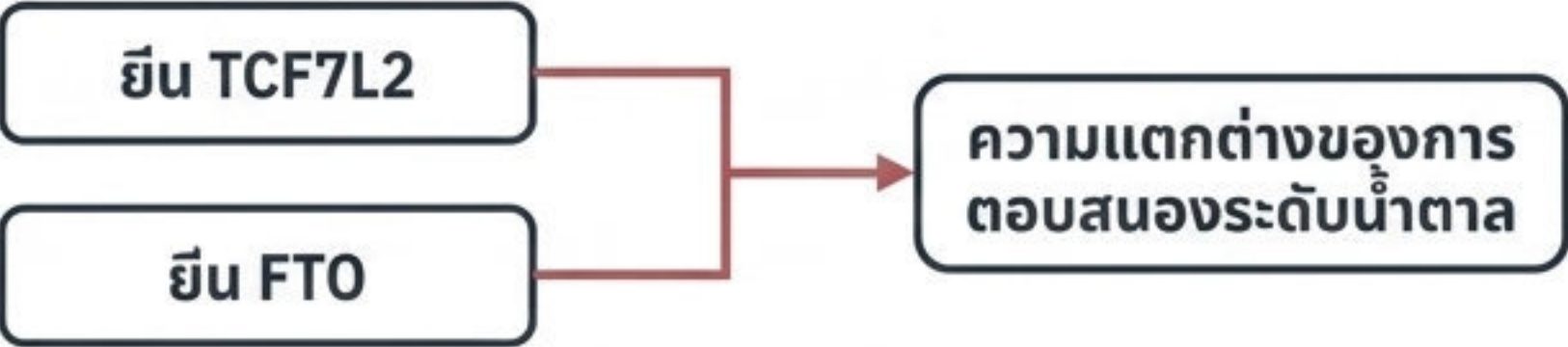
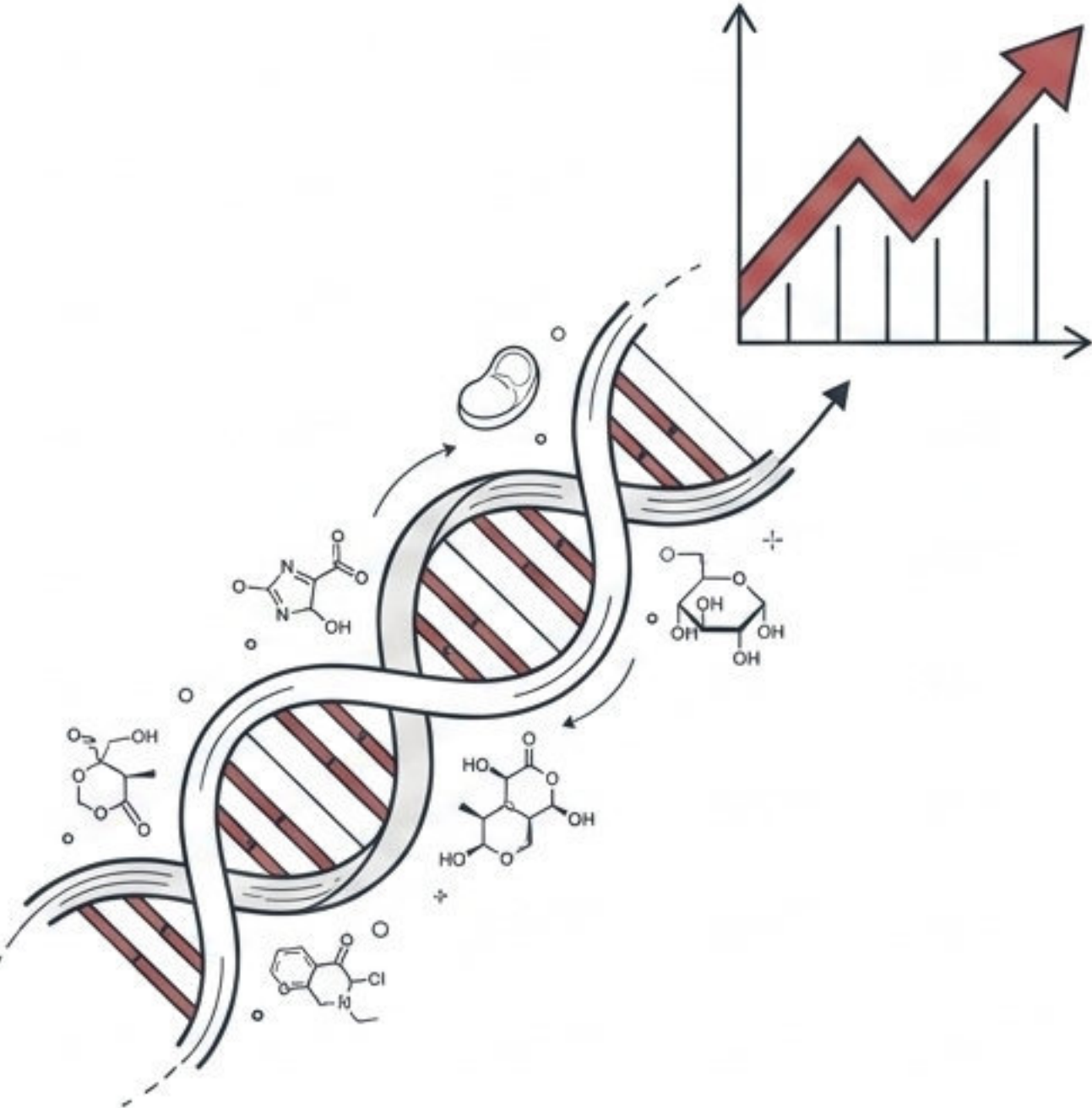
ปฏิสัมพันธ์ระดับโมเลกุลของ Carbohydrate ต่อเซลล์



Diagnostic Concept Map

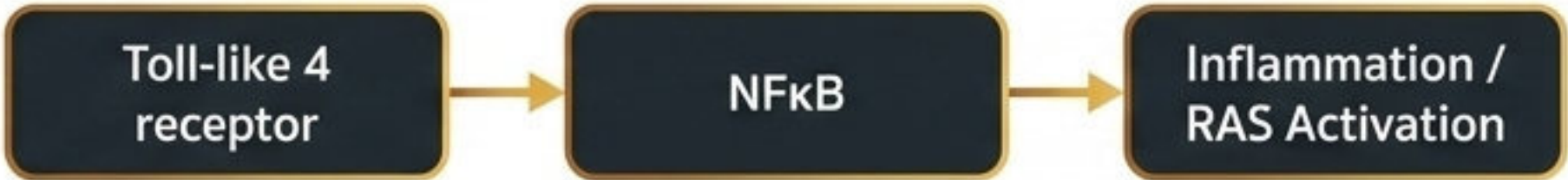
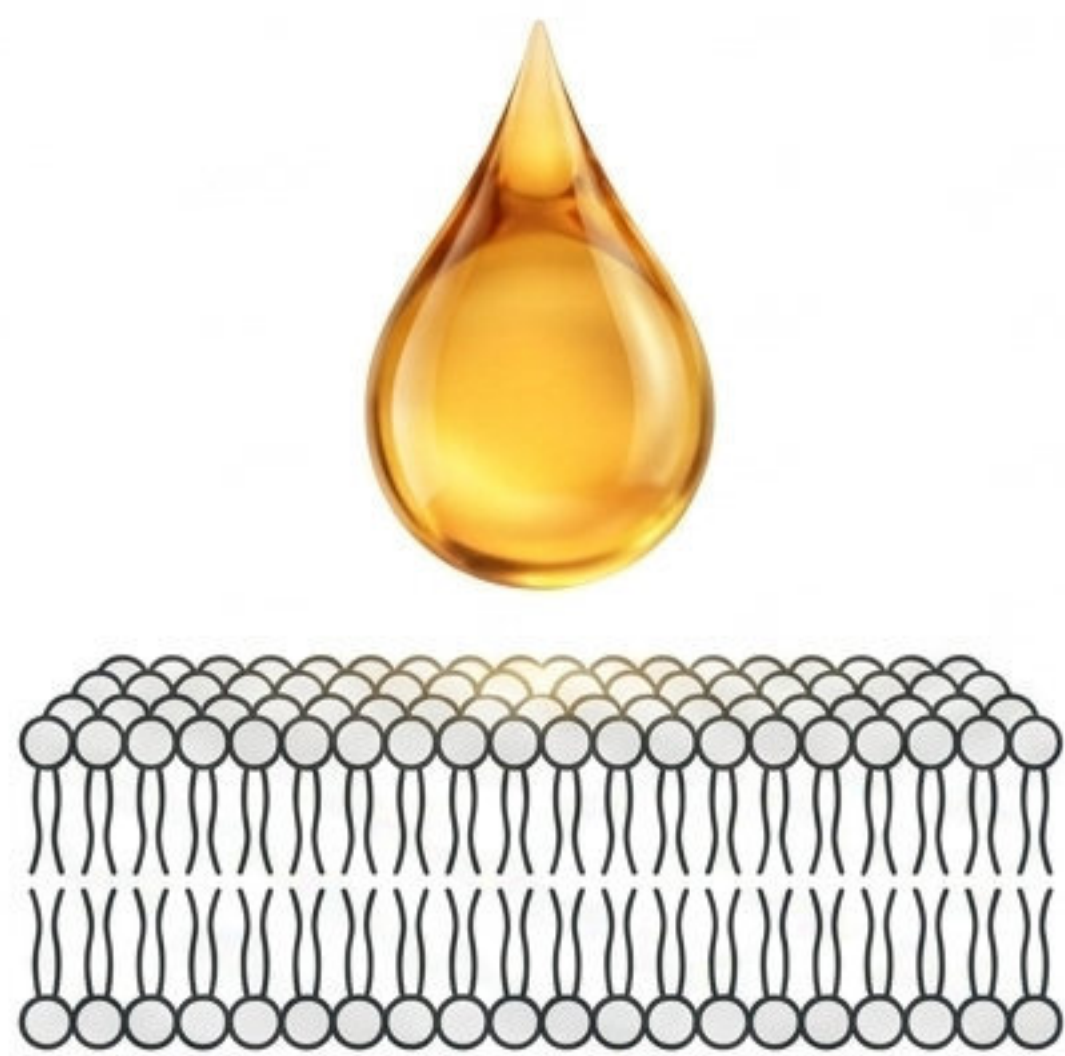
Food source:	อาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต และสารสกัดที่มีผลต่อกลูโคส (เช่น Alpha-lipoic acid)
Bioactive component:	กลูโคส (Glucose) และสารต้านอนุมูลอิสระที่เกี่ยวข้อง
Molecular target:	ตัวรับ Glut 4 และยีนเอนไซม์ NAD(P)H oxidase subunit-p22 (phox)
Biomarker / phenotype:	การดูดซึมกลูโคสเข้าสู่เซลล์ที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด
Evidence level:	ระดับเซลล์ (In vitro) และสัตว์ทดลอง (หลักฐานการทำงานระดับยีนยังต้องระมัดระวังการสรุปผลทางคลินิกในมนุษย์)
Product opportunity:	อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low GI) ที่ออกแบบร่วมกับสารออกฤทธิ์เพื่อปรับปรุงความไวต่ออินซูลิน

ความแตกต่างทางพันธุกรรมกำหนด Glycemic Response ที่ไม่เท่ากัน



Food source:	อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตทั่วไป
Bioactive component:	กลูโคส (Glucose)
Molecular target:	ยีน TCF7L2 (ควบคุมการเผาผลาญกลูโคส) และยีน FTO (ควบคุมการรับพลังงาน)
Biomarker / phenotype:	ความไวต่ออินซูลิน และการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล
Evidence level:	การศึกษาทางพันธุศาสตร์และระบาดวิทยาในมนุษย์ (Nutrigenetics / Human observational study)
Product opportunity:	ชุดตรวจ DNA เพื่อออกแบบแผนอาหารควบคุมน้ำตาลเฉพาะบุคคล (Personalized Nutrition & Diet plans)

Dietary Fat กับการกระตุ้น Gene Expression กลุ่มการอักเสบ



Food source:	อาหารที่มีไขมันสูง (High-fat diets)
Bioactive component:	กรดไขมัน (Fatty acids)
Molecular target:	Toll-like 4 receptors, การส่งสัญญาณ NFkB และระบบ renin-angiotensin (RAS)
Biomarker / phenotype:	การกระตุ้นกระบวนการอักเสบเรื้อรังระดับเซลล์ และความเสี่ยงภาวะแทรกซ้อนทางการเผาผลาญ
Evidence level:	การศึกษาในระดับเซลล์ (เซลล์ไขมัน / In vitro) และสัตว์ทดลองเป็นหลัก
Product opportunity:	การปรับสัดส่วนกรดไขมันในผลิตภัณฑ์อาหาร อุตสาหกรรมเพื่อลดการกระตุ้น pathway การอักเสบ

References: [11], [15]

โครงสร้างกรดไขมัน (Sat vs Unsat)



Saturated Fat (เช่น Palmitate)

Molecular target: ยับยั้งอินซูลิน (ลดการแสดงออกของ PDX1 และ MafA)

Biomarker: สัมพันธ์กับการลดลงของการทำงานอินซูลิน

Evidence level: การศึกษาในระดับเซลล์ (กลไกการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งนิวเคลียร์) และพรีคลินิก

Product opportunity: การพัฒนา Functional Oils ที่ใช้โปรไฟล์กรดไขมันไม่อิ่มตัวเพื่อส่งเสริมระบบเมแทบอลิซึม

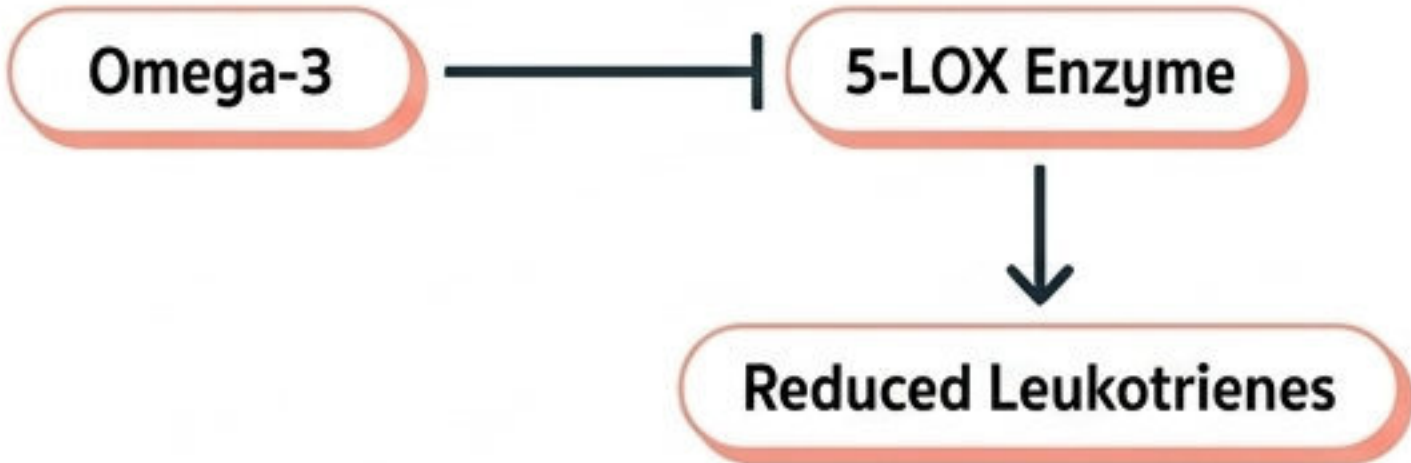


Unsaturated Fat (PUFA)

Molecular target: ปรับการแสดงออกของ Apolipoprotein A (APOA1)

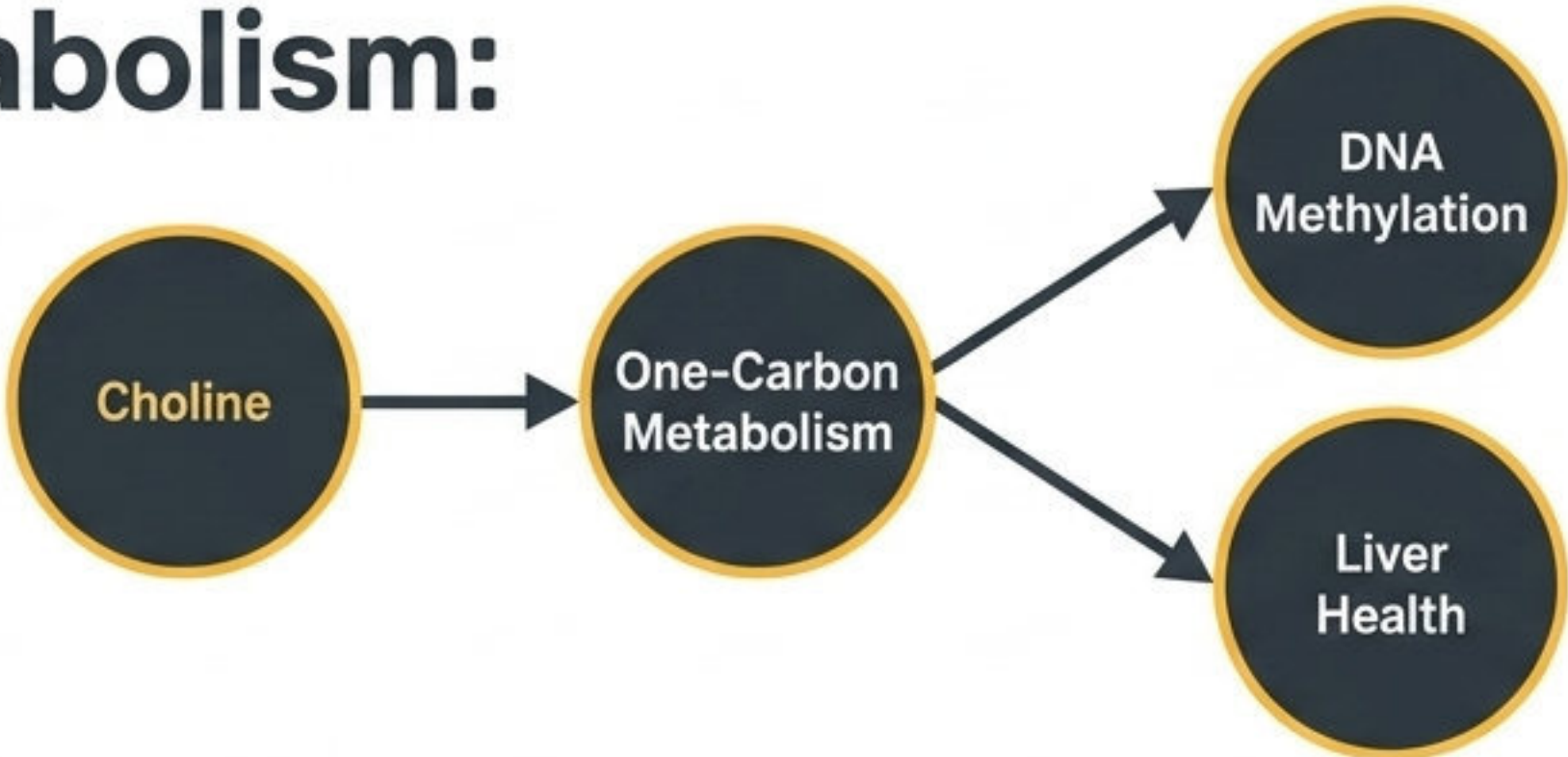
Biomarker: สัมพันธ์กับการเผาผลาญไขมัน (Lipid metabolism) ที่ดีขึ้น

Omega-3 PUFA กับสมดุ Inflammation และ Lipid Metabolism



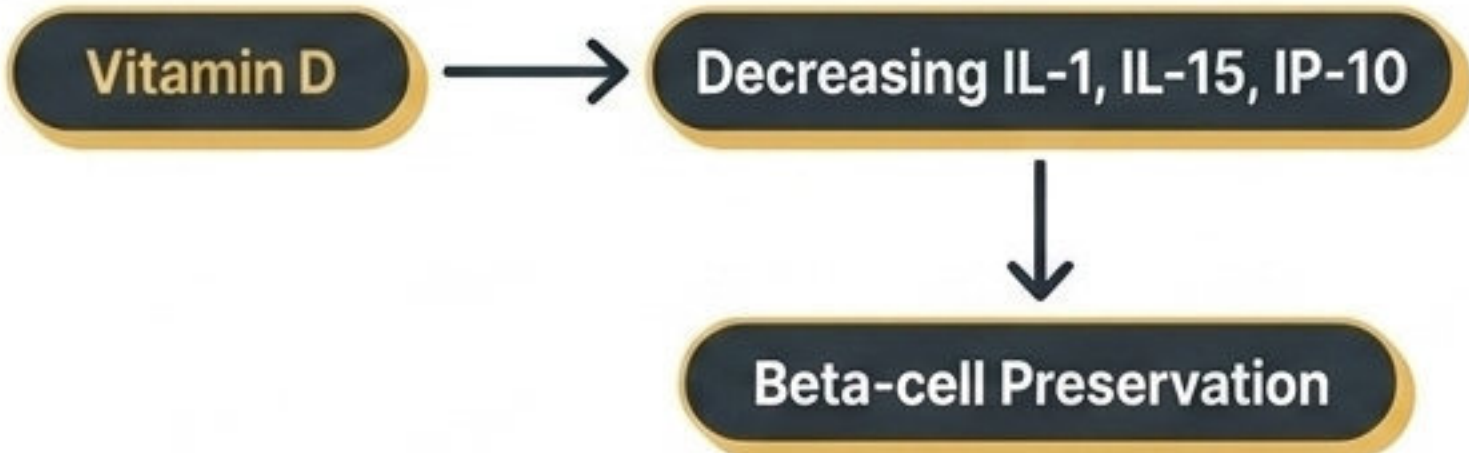
Food source:	ปลากระเลน้ำลึก, น้ำมันปลา, สาหร่ายทะเล
Bioactive component:	Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids (PUFA)
Molecular target:	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 5-lipoxygenase (5-LOX)
Biomarker / phenotype:	การลดการผลิตลิวโคไตรอีน (Leukotrienes) ซึ่งเป็นสารสื่อการอักเสบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ไอโคซานอยด์
Evidence level:	การศึกษาในหลอดทดลอง (In vitro) และระดับวิทยา (ผลทางคลินิกในมนุษย์ยังต้องประเมินปัจจัยอื่นร่วม)
Product opportunity:	อาหารเสริมและอาหารทางการแพทย์ (Medical Foods) สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะอักเสบเรื้อรัง

Amino Acid-Related Metabolism: บทบาทของโคลีน (Choline)



Food source:	อาหารที่อุดมด้วยโคลีน (เช่น ไข่แดง, เครื่องในสัตว์)
Bioactive component:	โคลีน (Choline) สารประกอบที่ทำงานร่วมกับกรดอะมิโน
Molecular target:	เส้นทางการถ่ายโอนคาร์บอนหนึ่งอะตอม (One-carbon metabolism pathway)
Biomarker / phenotype:	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเมทิลเลชันของ DNA และความไวต่อการเกิดโรคตับไขมัน (NAFLD)
Evidence level:	การศึกษาในมนุษย์และการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Nutrigenetics & Human observational studies)
Product opportunity:	ผลิตภัณฑ์โภชนาการสำหรับมารดาตั้งครรภ์เพื่อควบคุม Epigenetics ที่ดีของการรก

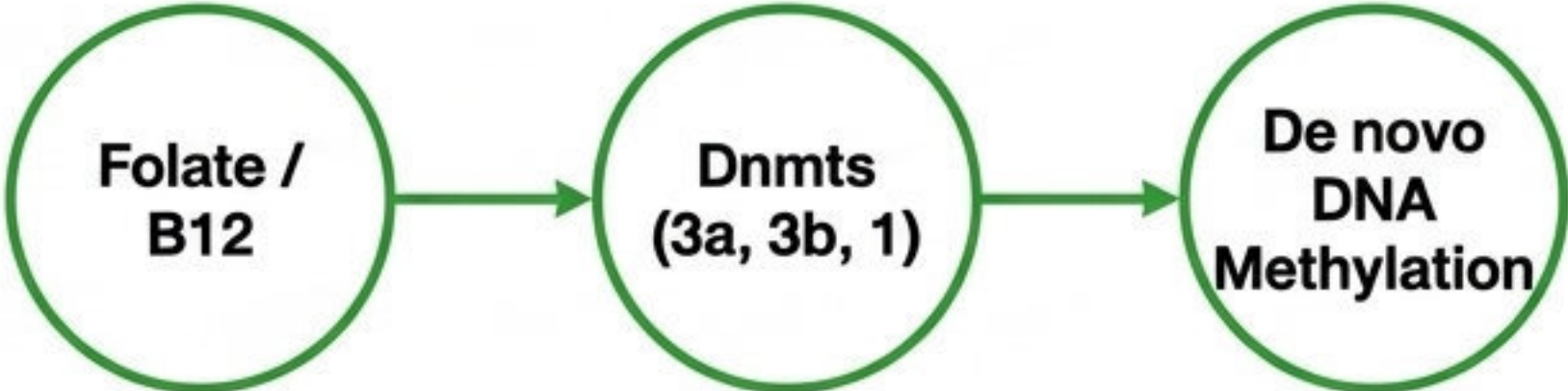
Vitamin D กับ Immune-Metabolic Regulation ระดับเซลล์



Food source:	อาหารเสริมวิตามินดี, ปลาที่มีไขมันสูง, อาหารเสริมวิตามิน (Fortified foods)
Bioactive component:	วิตามินดี (Vitamin D)
Molecular target:	ยีนที่ควบคุมสารส่งสัญญาณการอักเสบ (IL-1, IL-15, IP-10)
Biomarker / phenotype:	การลดลงของไซโตไคน์ที่ก่อการอักเสบ และการรักษาการทำงานของเซลล์เบต้า (Beta-cell function)
Evidence level:	การศึกษาในระดับเซลล์ (เซลล์เบต้า / In vitro) และความเชื่อมโยงในสัตว์ทดลอง
Product opportunity:	ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มุ่งเน้นสนับสนุนสุขภาพระบบภูมิคุ้มกันและการเผาผลาญพลังงาน

Epigenetic Modifiers:

Folate, Vitamin B12 และ Choline



Food source:	ผักใบเขียว, ธัญพืชขัดสีน้อย, ผลิตภัณฑ์จากสัตว์
Bioactive component:	Folate, Vitamin B12 (ทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์)
Molecular target:	เอนไซม์ DNA methyltransferases (Dnmts) และยีน MTHFR
Biomarker / phenotype:	รูปแบบการเมทิลเลชันของ DNA (DNA methylation) ซึ่งเปิด/ปิดการทำงานของยีนโดยไม่เปลี่ยนลำดับ DNA พื้นฐาน
Evidence level:	การศึกษาพรีคลินิก และระดับวิทยาในมนุษย์ (โดดเด่นมากในช่วงการตั้งครรภ์)
Product opportunity:	โภชนาการเฉพาะบุคคลสำหรับผู้ที่มีความแปรผันของยีน MTHFR

โพลีฟีนอล (Polyphenols) ในมุมมอง Nutrigenomics



มากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระ

ทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนการแสดงออกของยีน ปัจจัยการถอดรหัส (Transcription factors) และกระบวนการของเซลล์

การควบคุม Epigenetics

ดัดแปลงกลไกอย่างละเอียด เช่น การเมทิลเลชันของ DNA และการดัดแปลงฮิสโตน (Histone modification)

ความเฉพาะเจาะจงระดับโมเลกุล

นิวทริเจโนมิกส์เผยกลไกเชิงลึกที่โพลีฟีนอลแต่ละชนิดออกฤทธิ์ต่อ Pathway ในเซลล์อย่างเจาะจง

ข้อควรระวังด้านหลักฐาน

ข้อมูลส่วนใหญ่มาจากการศึกษาในหลอดทดลอง (In vitro) การแปลผลสู่การรักษาทางคลินิกในมนุษย์ยังต้องระมัดระวัง

ศักยภาพอุตสาหกรรม

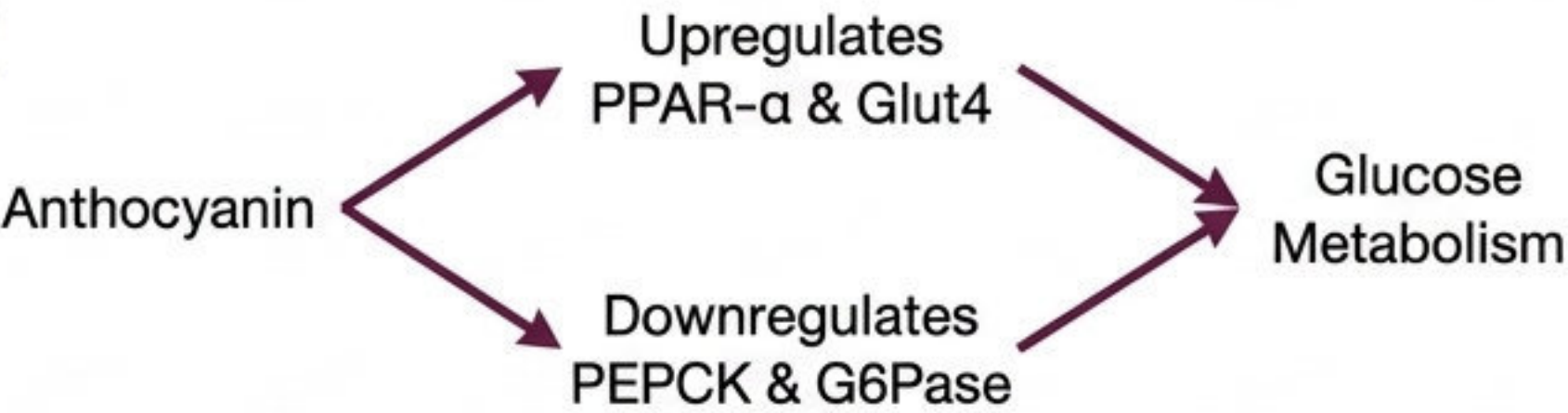
เป็นสารประกอบหลักในการพัฒนาอาหารฟังก์ชันเพื่อต่อต้านความเสื่อมของเซลล์

EGCG กับการกระตุ้น AMPK และ Insulin Signaling



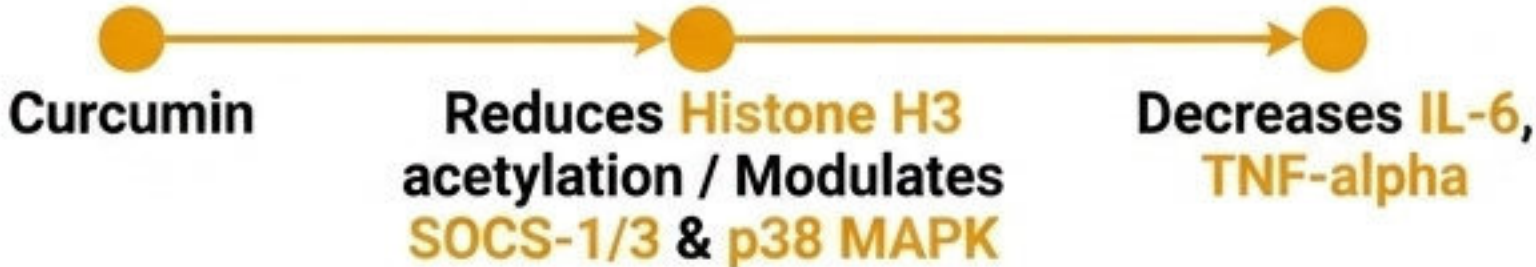
Food source:	ชาเขียว (Green Tea)
Bioactive component:	Epigallocatechin gallate (EGCG)
Molecular target:	โปรตีนตัวรับอินซูลิน (IRS2), AMPK pathway และลดการแสดงออกของยีน L-Cpt-1 และ Ddit-3
Biomarker / phenotype:	การปรับปรุงความมีชีวิตของเซลล์เบต้า (Beta-cell viability) และเพิ่มความสามารถในการหลั่งอินซูลิน
Evidence level:	การศึกษาในระดับเซลล์ (In vitro) ไม่สามารถอ้างอิงเป็นผลการรักษารูปแบบยาในมนุษย์โดยตรงได้
Product opportunity:	เครื่องดื่มฟังก์ชัน (Functional beverages) ที่มุ่งเป้าสนับสนุนระบบเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต

Anthocyanin กับการควบคุมยีนใน Glucose Metabolism



1. Food source:	ผลไม้ตระกูลเบอร์รี่, ข้าวสาลี, พืชที่มีสีม่วงแดง
2. Bioactive component:	แอนโทไซยานิน (Anthocyanin)
3. Molecular target:	ลดเอ็นไซม์สร้างกลูโคส (PEPCK, G6Pase) และเพิ่ม PPAR-α, Glut4 ในเนื้อเยื่อ
4. Biomarker / phenotype:	กลไกการตอบสนองที่อาจเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านเบาหวาน (Antidiabetic effects) ในระดับเนื้อเยื่อ
5. Evidence level:	การศึกษาในเนื้อเยื่อของสัตว์ทดลองและเซลล์ (In vivo / In vitro) ยังต้องติดตามผลทางคลินิก
6. Product opportunity:	สารสกัดเบอร์รี่ประสิทธิภาพสูงสำหรับอาหารเสริมปรับสมดุลน้ำตาลในเลือด

Curcumin กับ Inflammation และ Epigenetic Regulation



Food source:	ขมิ้นชัน (Turmeric)
Bioactive component:	เคอร์คูมิน (Curcumin)
Molecular target:	ลดการอะซิทิเลชันของฮิสโตน H3 และยับยั้งสารสื่ออักเสบ (IL-6, TNF-alpha) ผ่านกระบวนการ SOCS-1/3 และ p38 MAPK
Biomarker / phenotype:	การยับยั้งการตอบสนองต่อการอักเสบระดับเซลล์ที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยสารก่อภูมิแพ้หรือสารพิษ (เช่น LPS)
Evidence level:	การศึกษาเซลล์ในระดับเซลล์ (In vitro) ในบริบทของเอพิจีเนติกส์
Product opportunity:	เครื่องเทศผสมหรือสารสกัดที่ใช้ในตำรับอาหารเพื่อสุขภาพต้านทานการอักเสบ (Anti-inflammatory diets)

Flavonoids กับการตอบสนองเชิง ป้องกันของเซลล์

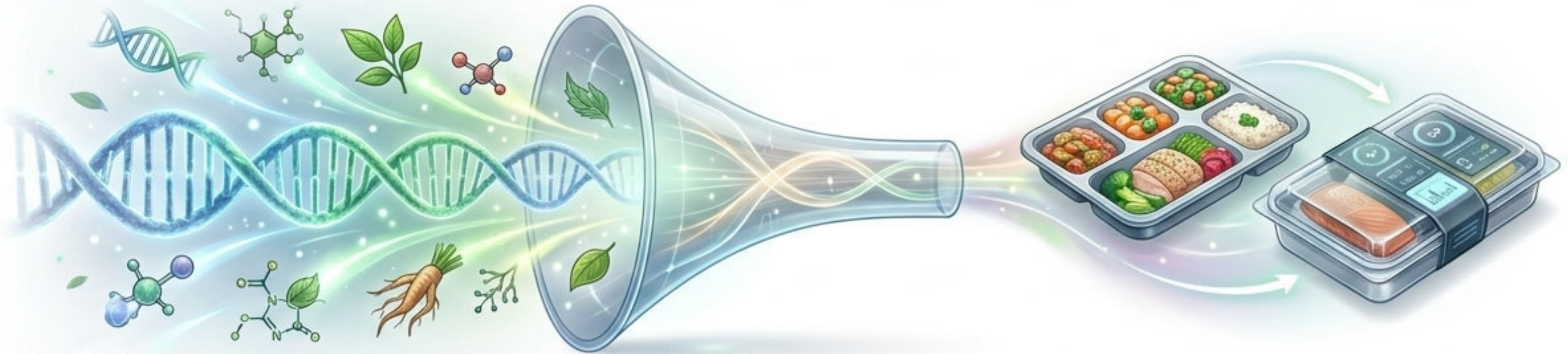
Molecular Kitchen



Food source:	ผลไม้ตระกูลส้ม (ให้ Naringin/Hesperidin), ถั่วเหลือง (ให้ Isoflavones)
Bioactive component:	กลุ่มสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)
Molecular target:	กระตุ้นตัวรับ PPARs, เพิ่มการแสดงออกของ Glut 4 และปรับการแสดงออกของยีนไซโตไคน์ iNOS
Biomarker / phenotype:	การดูดซึมกลูโคสในเซลล์ไขมันดีขึ้น และลดการแสดงออกของโมเลกุลการอักเสบยึดเกาะหลอดเลือด (VCAM-1)
Evidence level:	การศึกษาในระดับเซลล์ (In vitro) การตอบสนองในมนุษย์จริงยังขึ้นอยู่กับพันธุกรรมที่ต่างกัน
Product opportunity:	Functional Ingredients จากพืชที่มุ่งเป้าสนับสนุนสุขภาพหลอดเลือดและหัวใจ

The Molecular Kitchen

จากความรู้ระดับโมเลกุล สู่โภชนาการแม่นยำแห่งอนาคต



การเชื่อมโยงข้อมูล:

Nutrigenomics ช่วยให้เราเข้าใจกลไกของ Functional Ingredients ได้ลึกซึ้งถึงระดับการเปิด-ปิดยีนและเอพิเจเนติกส์



ก้าวข้ามคำแนะนำแบบเดิม:

เปลี่ยนจากแนวทาง 'One-size-fits-all' ไปสู่โภชนาการแม่นยำ (Precision Nutrition) ที่อิงดีเอ็นเอแต่ละบุคคล



บทบาทของเทคโนโลยี:

การใช้ Next-Generation Sequencing (NGS) ช่วยระบุไบโอมาร์กเกอร์เพื่อออกแบบอาหารที่สอดคล้องกับพันธุกรรมได้แม่นยำขึ้น



ความท้าทายปัจจุบัน:

วงการยังคงต้องการการศึกษาทางคลินิก (Clinical trials) เพิ่มเติม รวมถึงการแก้ประเด็นด้านจริยธรรมและการเข้าถึงเทคโนโลยี

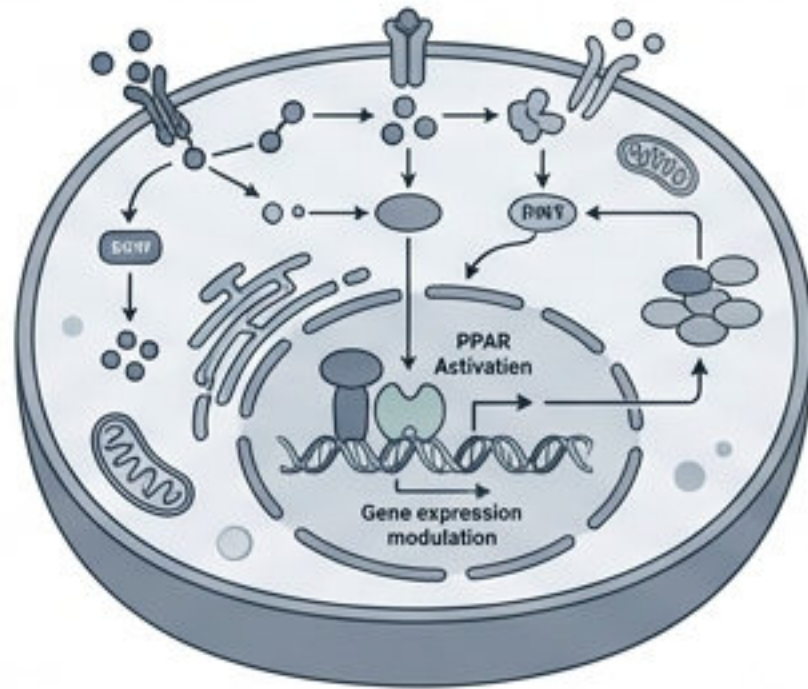


โอกาสอุตสาหกรรมอาหาร:

เป็นโอกาสทองในการออกแบบอาหารฟังก์ชันเชิงป้องกัน โดยอ้างอิงข้อมูลระดับ Multi-omics เฉพาะบุคคล

Mechanistic Evidence แตกต่างจาก Clinical Evidence อย่างไร

Microscopic Lens: Mechanistic



ระดับโมเลกุล (Mechanistic): Nutrigenomics ศึกษาในระดับโมเลกุล การส่งสัญญาณของเซลล์ (Signaling molecules) และการทำงานของ ปัจจัยการถอดรหัส (Transcription factors) เพื่อดูว่าสารอาหาร เปลี่ยนการแสดงออกของยีนอย่างไรในระดับเซลล์

Wide-angle Lens: Clinical

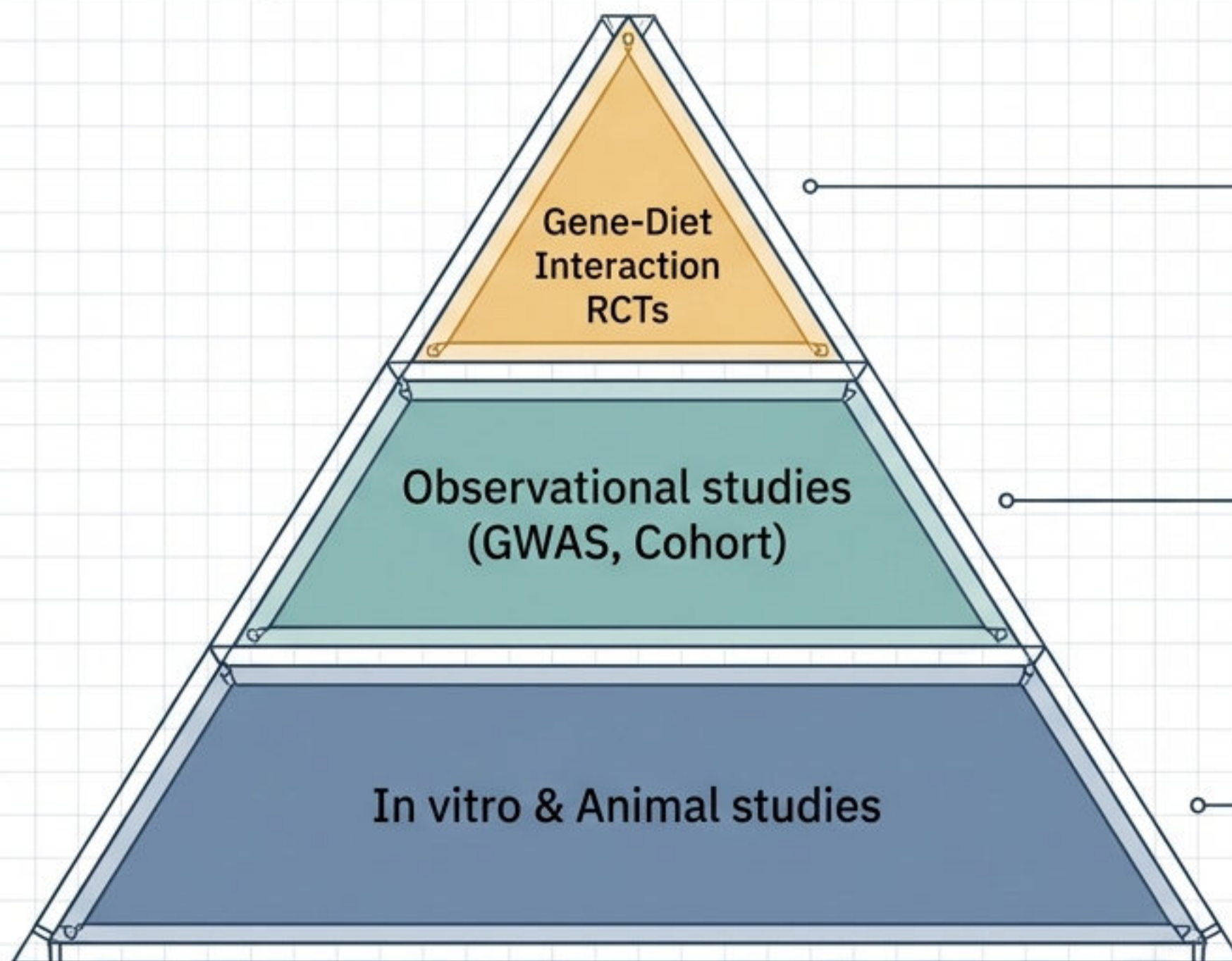


ระดับคลินิก (Clinical): การประเมินผลลัพธ์สุขภาพที่เกิดขึ้นจริงในมนุษย์ ซึ่งมีความซับซ้อนของสรีรวิทยาและพฤติกรรม



The Translation Gap: ผลลัพธ์ในหลอดทดลอง (In vitro) หรือสัตว์ทดลอง ไม่สามารถแปลผลโดยตรงว่า จะเป็นผลลัพธ์ทางคลินิกในมนุษย์เสมอไป เนื่องจากความซับซ้อนของระบบร่างกาย

ลำดับความแข็งแรงของหลักฐานในงานวิจัย Nutrigenetics



สถานการณ์ปัจจุบัน:

องค์ความรู้ด้าน Gene-Diet Interaction จำนวนมากยังคงอิงอยู่กับข้อมูลเชิงสังเกตการณ์ (Observational Data)

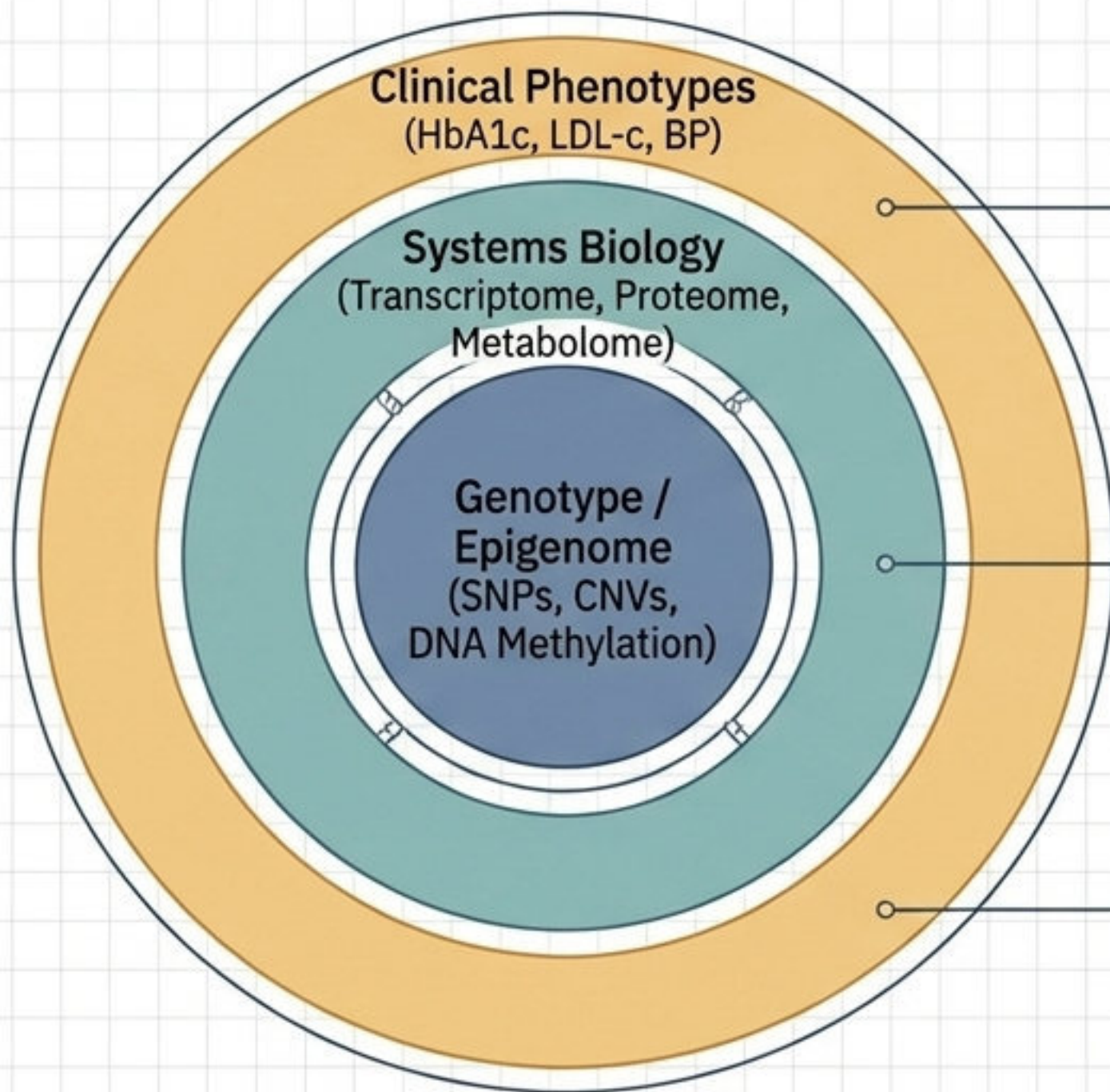
ความท้าทายเชิงประจักษ์:

ความจำเป็นเร่งด่วนในการวิจัยเชิงแปล (Translational research) และการใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่เป็นมาตรฐาน (Standardized methods)

เป้าหมายสูงสุด:

การเพิ่มสัดส่วนงานวิจัยระดับ RCTs ที่ออกแบบโดยพิจารณาจีโนมโทปของผู้เข้าร่วมตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อยืนยันผลลัพธ์ทางคลินิกอย่างแท้จริง

การเลือก Biomarker สำหรับงาน Food-Gene Interaction



ทำไมต้องประเมินหลายระดับ?

Genetic variants (เช่น SNPs) เพียงตำแหน่งเดียวมักมี Effect Size ขนาดเล็ก ไม่สามารถใช้ทำนายสุขภาพแบบเด็ดขาดได้

Intermediate Biomarkers

การประเมินผลการโต้ตอบระหว่างอาหารและยีนที่มีประสิทธิภาพ ต้องอาศัยตัวชี้วัดตัวกลาง (Multi-omics approach) ที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิก ก่อนที่จะเกิดโรคทางคลินิก

การยกระดับการวิจัย

เปลี่ยนผ่านจากการดูเพียงการแสดงออกของยีนตัวเดียว ไปสู่มุมมองชีววิทยาระบบ (Systems Biology) ที่ครอบคลุมผลลัพธ์ปลายทาง

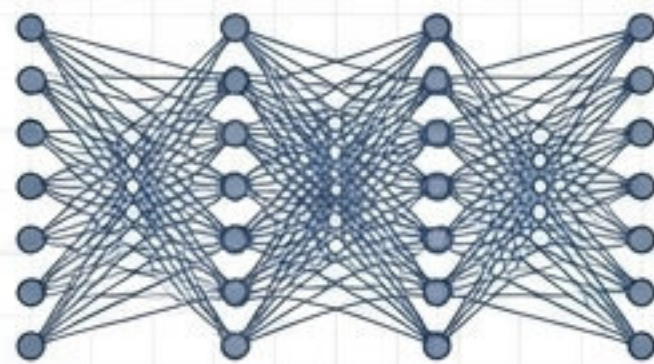
รูปแบบการศึกษาที่ใช้ใน Gene-Diet Interaction

1. Candidate Gene Approach



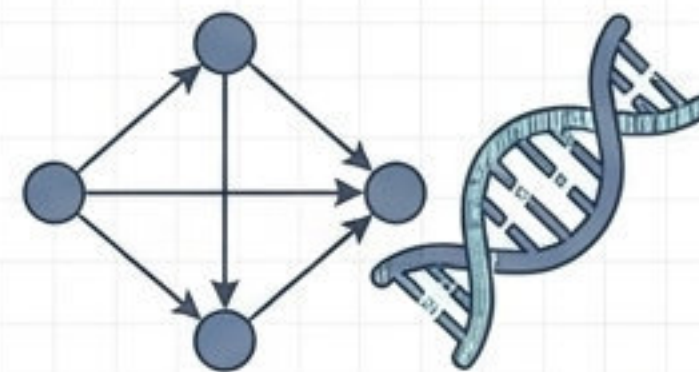
ยุคเริ่มต้น ขอบเขตแคบ
และมักมีปัญหาด้านความ
สามารถในการทำซ้ำ

2. GWAS (Genome-Wide Association Studies)



ยุคปัจจุบัน ครอบคลุมจีโนมแบบกว้าง
ไร้สมมติฐานชี้นำเบื้องต้น
(Hypothesis-free)

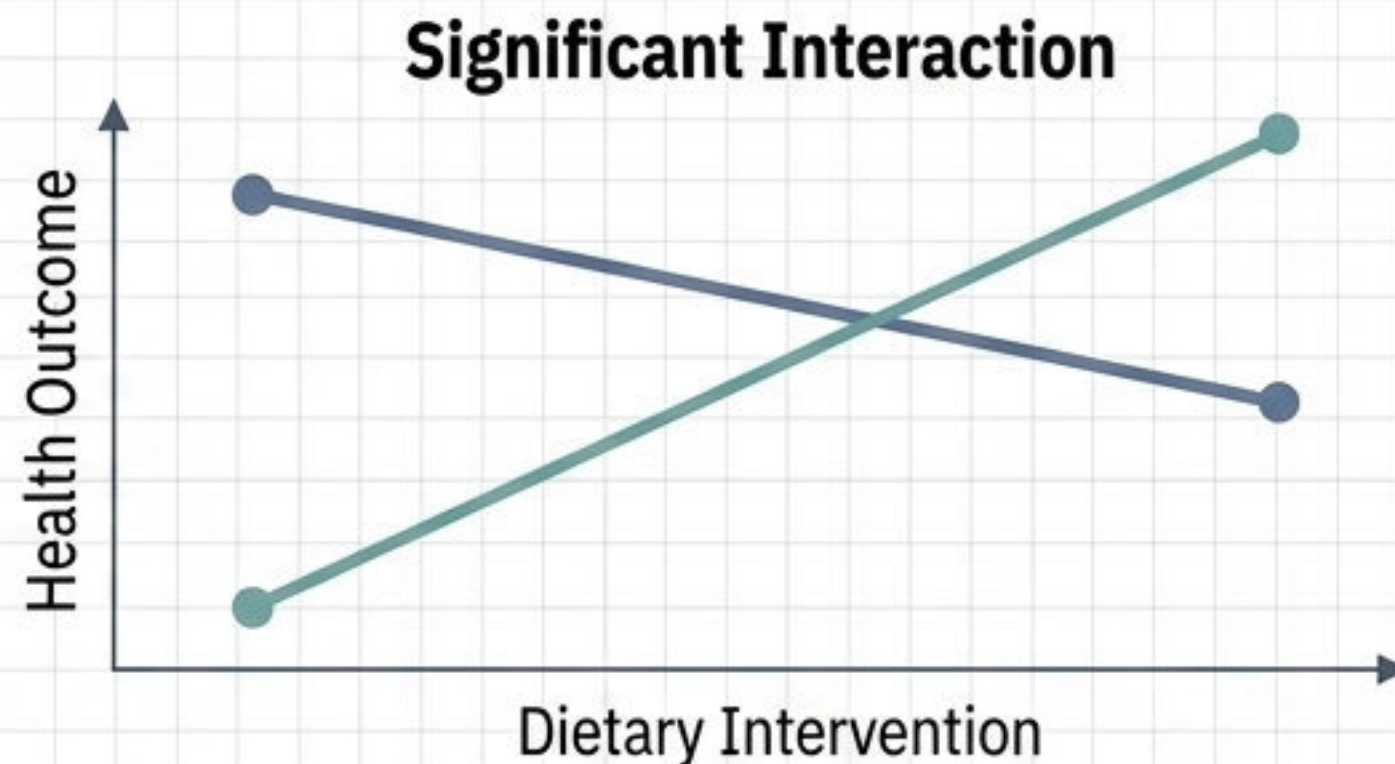
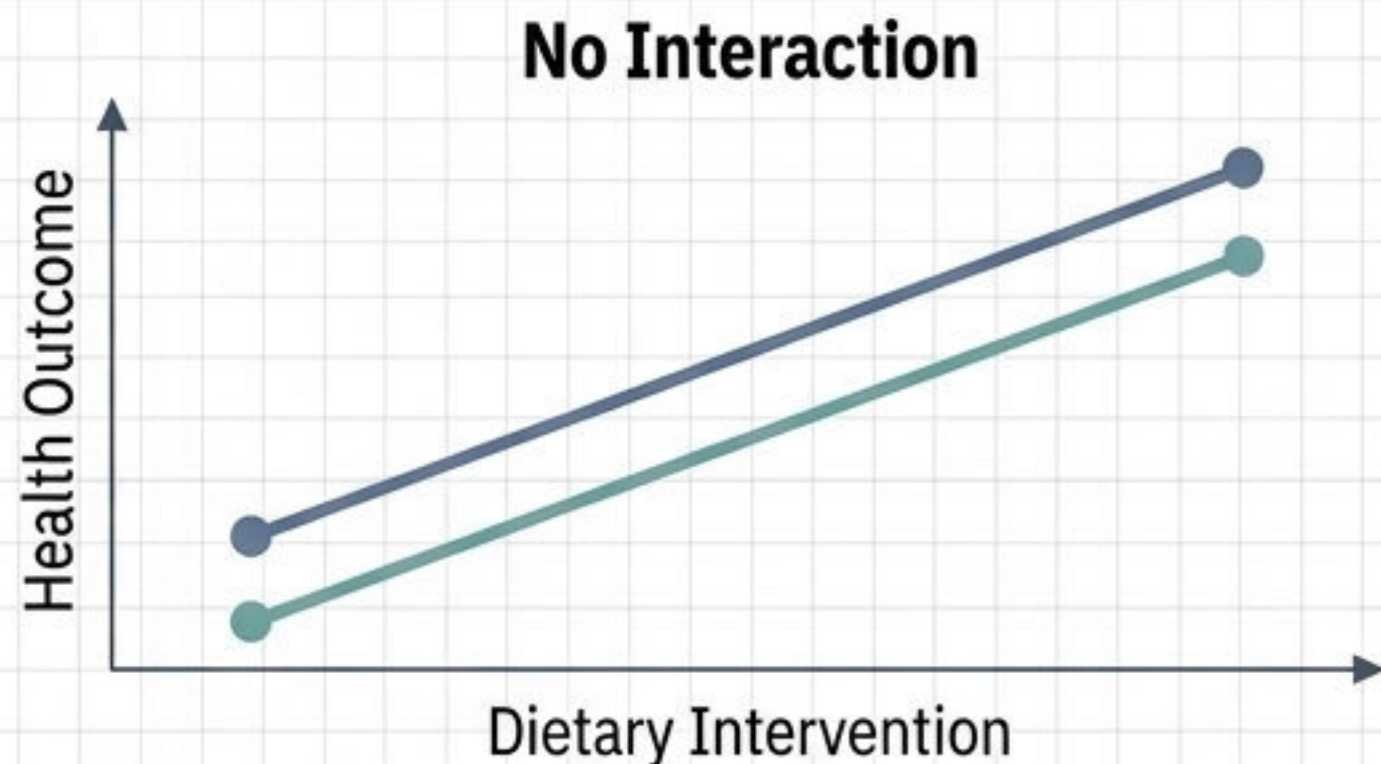
3. Mendelian Randomization / NGS



เทคโนโลยีระดับสูงเพื่อการอนุมาน
เชิงสาเหตุ (Causal inference)
และโภชนาการแม่นยำ

วิวัฒนาการของระเบียบวิธีวิจัยเปลี่ยนผ่านการตั้งสมมติฐานเฉพาะขึ้น
ไปสู่การใช้เทคโนโลยี Next-Generation Sequencing (NGS) ซึ่งระเบียบวิธีที่ต่างกัน มีความแม่นยำในการระบุ
Genetic susceptibility (ความเสี่ยงทางพันธุกรรม) ต่อการตอบสนองสารอาหารที่แตกต่างกัน

การตีความ Interaction Effect (Statistical vs. Biological)



Gene-Diet Interaction คืออะไร?

ปรากฏการณ์ที่ 'การตอบสนอง (Response)' ต่อปัจจัยทางอาหาร ถูกกำหนดหรือปรับเปลี่ยนโดย 'จีโนไทป์ (Genotype)' ของบุคคลนั้น

Interdependence

ไม่ได้หมายความว่ายีนหรืออาหารส่งผลโดยอิสระ แต่หมายถึงพึ่งพากันและกันอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อควรระวัง:

Effect size ของตัวแปรทางพันธุกรรมใน Interaction มักมีขนาดเล็ก จึงห้ามด่วนสรุปผลจาก SNP เพียงตำแหน่งเดียว

Confounding, Population Stratification และปัจจัยแทรกซ้อน

Confounding Factors & Population Stratification

อายุ, เพศ, สภาพแวดล้อม, พฤติกรรม, ไมโครไบโอม

Diet
(Exposure - ปัจจัยอาหาร)

Phenotype
(Outcome - ผลลัพธ์สุขภาพ)

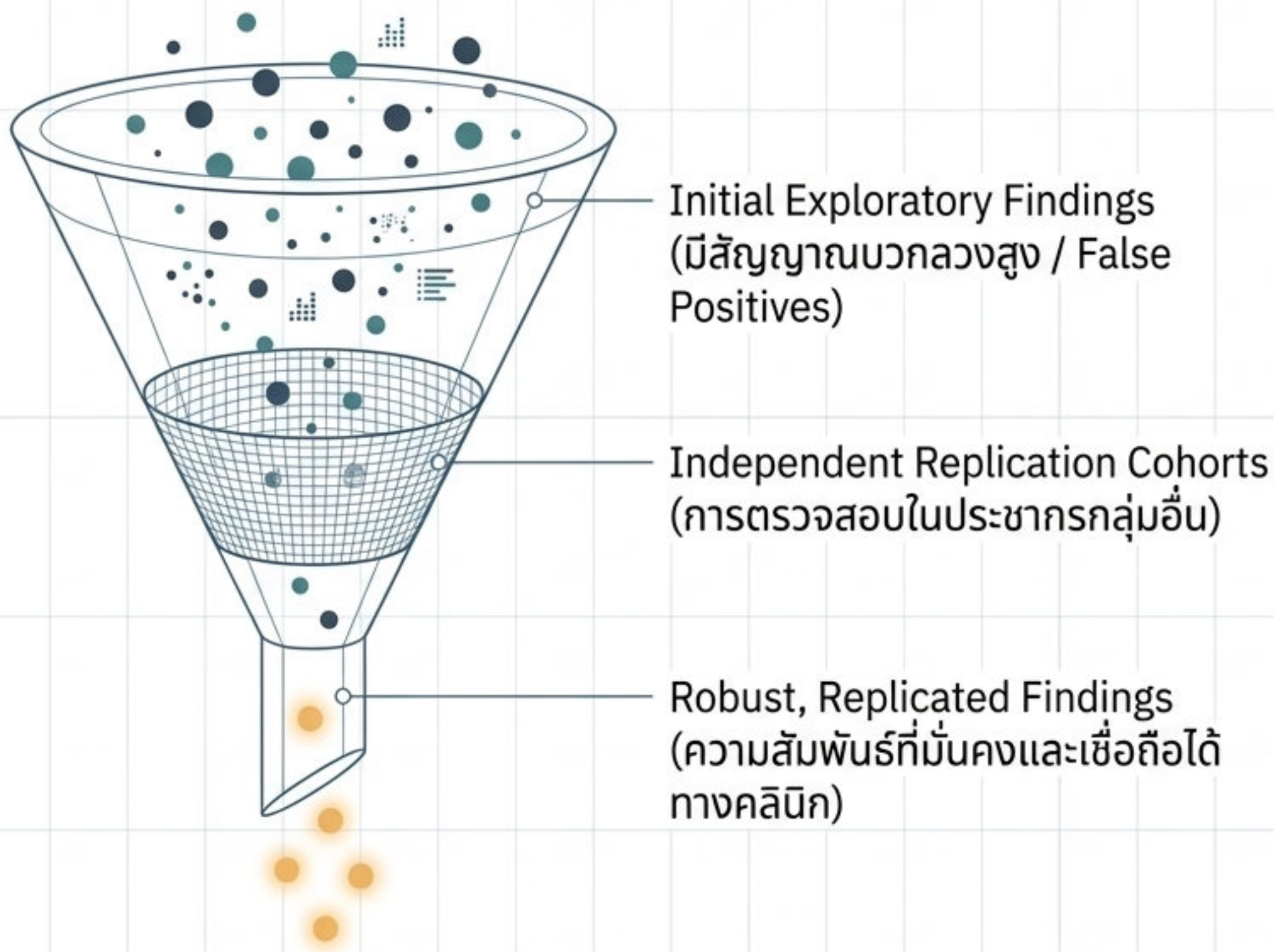
ทำไมจึงเกิดผลลัพธ์ลวง (False Positives)?

การไม่ควบคุมปัจจัยเชิงโครงสร้างของประชากร (Population Stratification) ทำให้เกิดความสัมพันธ์ลวงระหว่างอาหารและโรคได้ง่าย

The Combined Effect

ปัจจัยทางพันธุกรรมทำงานร่วมกับสภาพแวดล้อมเสมอ ต้องพิจารณาร่วมกับ ปัจจัยอาหาร พฤติกรรมการใช้ชีวิต อายุ เพศ และ ไมโครไบโอม (Microbiome) อย่างแยกขาดจากกันไม่ได้

Reproducibility และความจำเป็นของ Replication Study



ความท้าทายใน Nutrigenetics:

การค้นพบในประชากรกลุ่มหนึ่ง อาจไม่สามารถทำซ้ำได้ในประชากรอีกกลุ่ม หากสภาพแวดล้อมหรือโครงสร้างทางพันธุกรรมต่างกัน

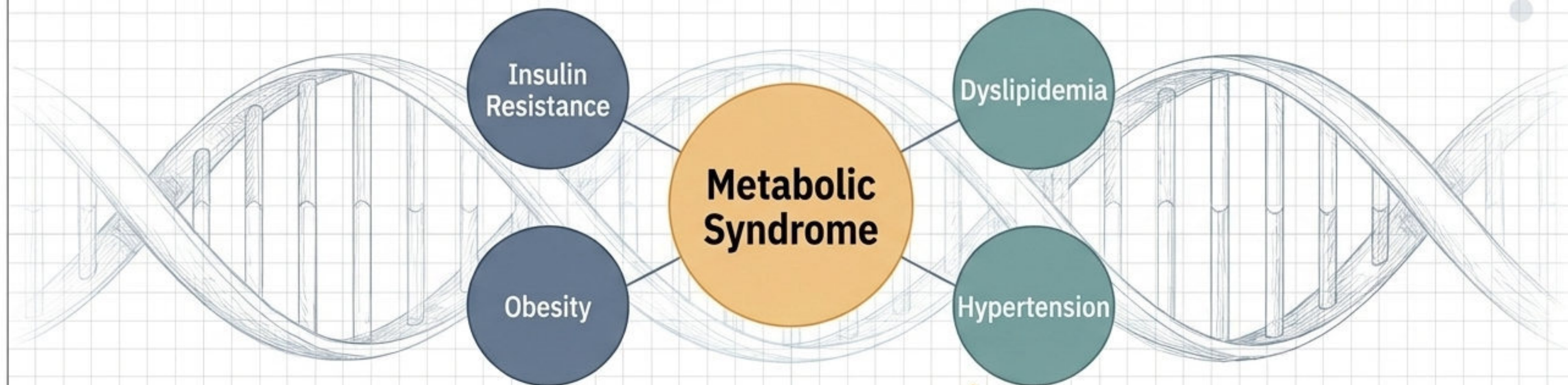
ช่องว่างของการวิจัยปัจจุบัน:

ฐานข้อมูลปัจจุบันขาดความหลากหลายของกลุ่มประชากร (เช่น มีการทำงานร่วมกับประชากรแอฟริกันเพียง 29.5%)

การแก้ไขข้อจำกัด:

มีความจำเป็นเร่งด่วนในการทำ Replication study ข้ามกลุ่มชาติพันธุ์เพื่อยืนยัน Genetic susceptibility ก่อนนำไปใช้จริง

Metabolic Syndrome ในมุมมอง Gene–Diet Interaction



Metabolic Syndrome เป็นผลลัพธ์ของความผิดปกติเชิงระบบ (Systemic web) ไม่ใช่ความบกพร่องของยีนใดยีนหนึ่ง

จีโนไทป์ที่แตกต่างกันสร้าง 'ความเสี่ยงทางพันธุกรรม' (Genetic predisposition) ในระบบการเผาผลาญที่ต่างกัน

ข้อตกลงสำคัญ: ในการแปลผลทางคลินิก เราจะไม่ใช้คำว่า 'ยีนอ้วน' หรือ 'ยีนเบาหวาน' โดยเด็ดขาด เพราะไม่มีการกลายพันธุ์ใดที่กำหนดชะตากรรมของโรคได้โดยปราศจากปัจจัยกระตุ้นทางสภาพแวดล้อม

FTO กับโรคอ้วนและการรับพลังงาน

Diagnostic Dashboard Table		
Biological Function	Dietary Factor	Biomarker / Outcome
ควบคุมการรับพลังงาน มีบทบาทสำคัญในระบบประสาทและหลอดเลือดหัวใจ	สัดส่วนสารอาหารหลัก (Macronutrient ratios) เช่น อาหารไขมันสูง	ค่า BMI, พฤติกรรมการรับพลังงาน (Energy intake behavior)
Evidence (หลักฐาน)	Application (การประยุกต์ใช้)	Limitation (ข้อจำกัด)
มีหลักฐานความเชื่อมโยงสูงกับ Genetic susceptibility ต่อภาวะน้ำหนักเกินเมื่อบริโภคไขมันสูง	ช่วยจัดกลุ่มบุคคลที่อาจตอบสนองได้ดีต่อการปรับอาหารเน้นความอิ่ม (Satiety-focused diets)	⚠ Effect size มีขนาดเล็กมาก; พฤติกรรมและสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลเหนือกว่ายีน FTO ชัดเจน (ห้ามใช้คำว่า ‘ยีนอ้วน’)

อ้างอิง: [11], [21], [22], [23]

TCF7L2 กับ Glucose Metabolism และโรคเบาหวาน

Diagnostic Dashboard Table

Biological Function	Dietary Factor	Biomarker / Outcome
มีบทบาทหลักในระบบการเผาผลาญกลูโคส และการทำงานของตับอ่อน (Pancreatic beta-cell function)	ชนิดของคาร์โบไฮเดรต, ใยอาหาร (Fiber), อาหารที่มีดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) แตกต่างกัน	ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (Fasting glucose), ความไวต่ออินซูลิน

3-Column Diagnostic Matrix

Evidence (หลักฐาน)	Application (การประยุกต์ใช้)	Limitation (ข้อจำกัด)
หลักฐานทางคลินิกที่แข็งแกร่งในด้านความเสี่ยงทางพันธุกรรมต่อ T2D	การออกแบบอาหาร Low GI หรือเพิ่มใยอาหารจำเพาะสำหรับกลุ่มที่มี Genetic predisposition สูง	⚠️ ปฏิสัมพันธ์เชิงซ้อนกับกิจกรรมทางกาย (Physical activity) และคุณภาพอาหารโดยรวม (ห้ามใช้คำว่า ‘ยีนเบาหวาน’)

APOE กับ Lipid Response และความเสี่ยงโรคหัวใจ

Diagnostic Dashboard Table

Biological Function	Dietary Factor	Biomarker / Outcome
การเผาผลาญและการขนส่งคอเลสเตอรอล	ไขมันอิ่มตัว (Saturated fats), กรดไขมันโอเมก้า 3	ระดับ LDL-c, HDL-c, และไตรกลีเซอไรด์

3-Column Diagnostic Matrix

Evidence (หลักฐาน)	Application (การประยุกต์ใช้)	Limitation (ข้อจำกัด)
ความแตกต่างทางจีโนไทป์ (Isoforms เช่น APOE4) ส่งผลต่อการจัดการไขมันอิ่มตัวในกระแสเลือดชัดเจน	การจำกัดโคเวตาไขมันอิ่มตัว เฉพาะบุคคลสำหรับกลุ่มพาหะ APOE4 เพื่อจัดการโปรไฟล์ไขมัน	⚠ ข้อมูล SNP ตำแหน่งเดียวไม่สามารถทำนายความเสี่ยงโรคหัวใจได้อย่างสมบูรณ์; ได้รับอิทธิพลหนักจากการสูบบุหรี่ ความเครียด และไมโครไบโอม

PPARG กับ Insulin Sensitivity และ Lipid Metabolism

Diagnostic Dashboard Table

Biological Function	Dietary Factor	Biomarker / Outcome
ตัวรับในนิวเคลียส (Nuclear receptor) ที่ควบคุมกระบวนการเผาผลาญไขมันและความไวต่ออินซูลิน	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA), โพลีฟีนอลบางชนิด (เช่น Naringin และ Hesperidin)	โปรไฟล์ไขมัน (Lipid profiles), สารบ่งชี้การอักเสบ

3-Column Diagnostic Matrix

Evidence (หลักฐาน)	Application (การประยุกต์ใช้)	Limitation (ข้อจำกัด)
กลไกชัดเจนระดับโมเลกุล อาหารสามารถทำหน้าที่เป็น Ligands กระตุ้น PPARG ได้โดยตรง	การพัฒนา Functional food เป้าหมายเฉพาะเจาะจงเพื่อพัฒนา Metabolic flexibility	⚠️ ชีวปริมาณออกฤทธิ์ (Bioavailability) ของโพลีฟีนอลในอาหารมีความผันแปรสูงมากในแต่ละบุคคล

Salt Sensitivity, Sodium Intake

และความดันโลหิต

Diagnostic Dashboard Table

Biological Function	Dietary Factor	Biomarker / Outcome
ยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบ Renin-Angiotensin System (RAS) และกลไกการขับโซเดียม	ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในอาหาร	ค่าตัวชี้วัดความดันโลหิต

3-Column Diagnostic Matrix

Evidence (หลักฐาน)	Application (การประยุกต์ใช้)	Limitation (ข้อจำกัด)
เชื่อมโยงปัจจัยการบริโภคอาหารโซเดียมสูง/เกลือสูงกับการกระตุ้นระบบ RAS ผ่านกลไกการอักเสบ	การจำกัดโซเดียมแบบแม่นยำ (Precision sodium restriction) สำหรับประชากรที่มีฟีโนไทป์ไวต่อเกลือ	⚠ ความดันโลหิตเป็นภาวะ Polygenic (ควบคุมโดยหลายยีน) อย่างมหาศาล และมีอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม (ความเครียด, สารพิษ) ร่วมด้วยสูง

จากยีนเดี่ยวสู่ Polygenic Risk Score (PRS)

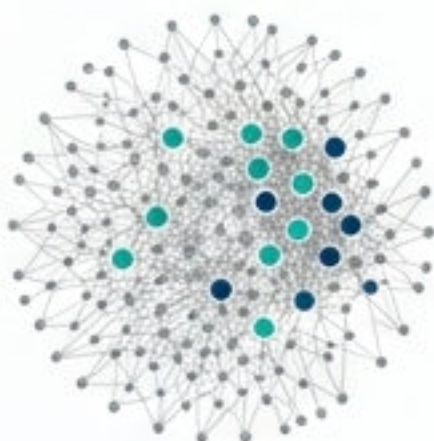
‘The Evolution Matrix’

Single SNP Model



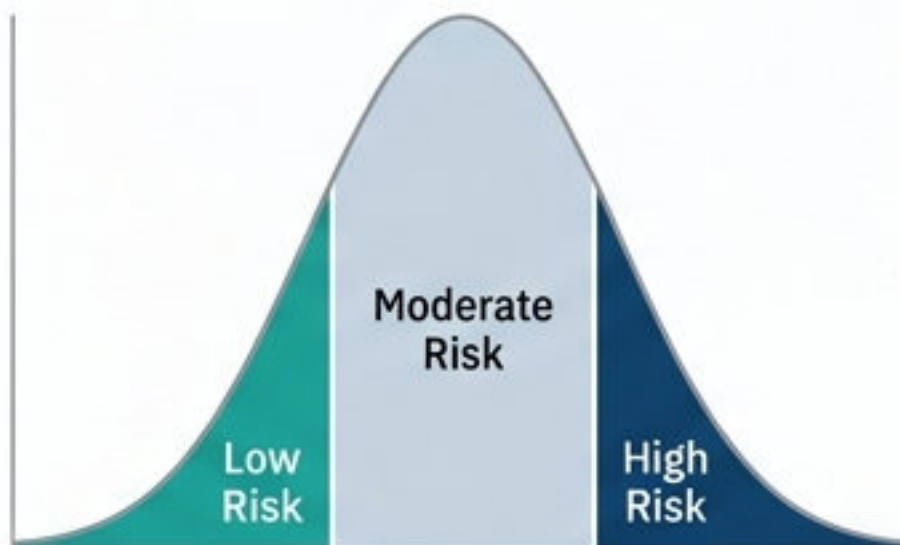
Single SNP Model

PRS Model



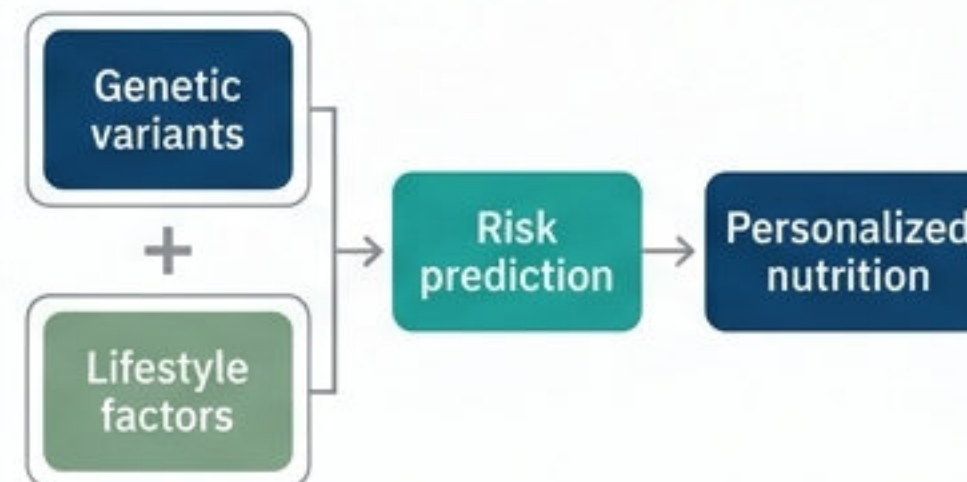
PRS Model

‘Risk Stratification’



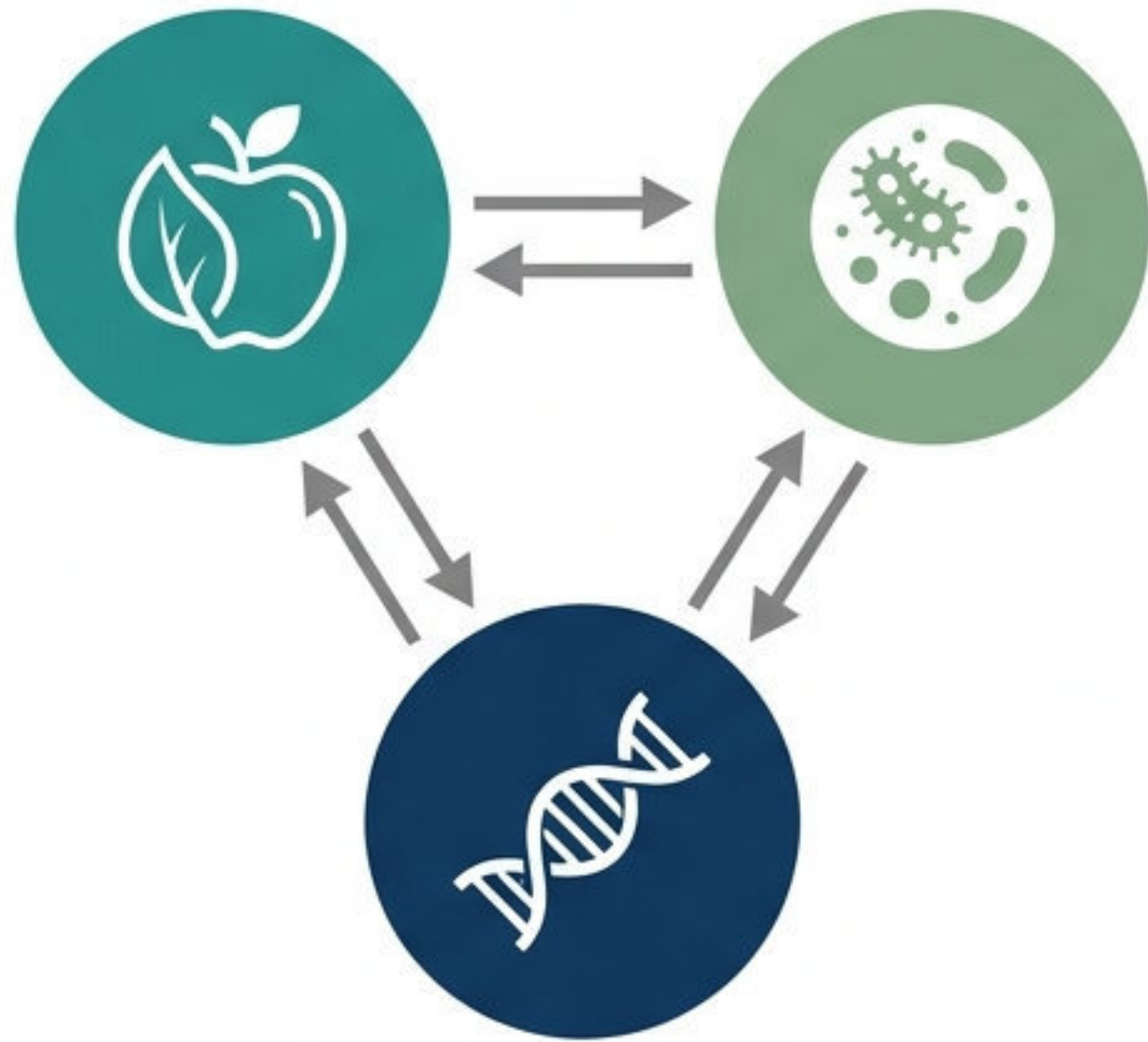
Risk Stratification: การจัดกลุ่มผู้บริโภครูปร่างตามระดับความเสี่ยง (สูง กลาง ต่ำ) เพื่อออกแบบโภชนาการและไลฟ์สไตล์ที่เหมาะสมแบบเฉพาะเจาะจง

‘Synthesis Flow’

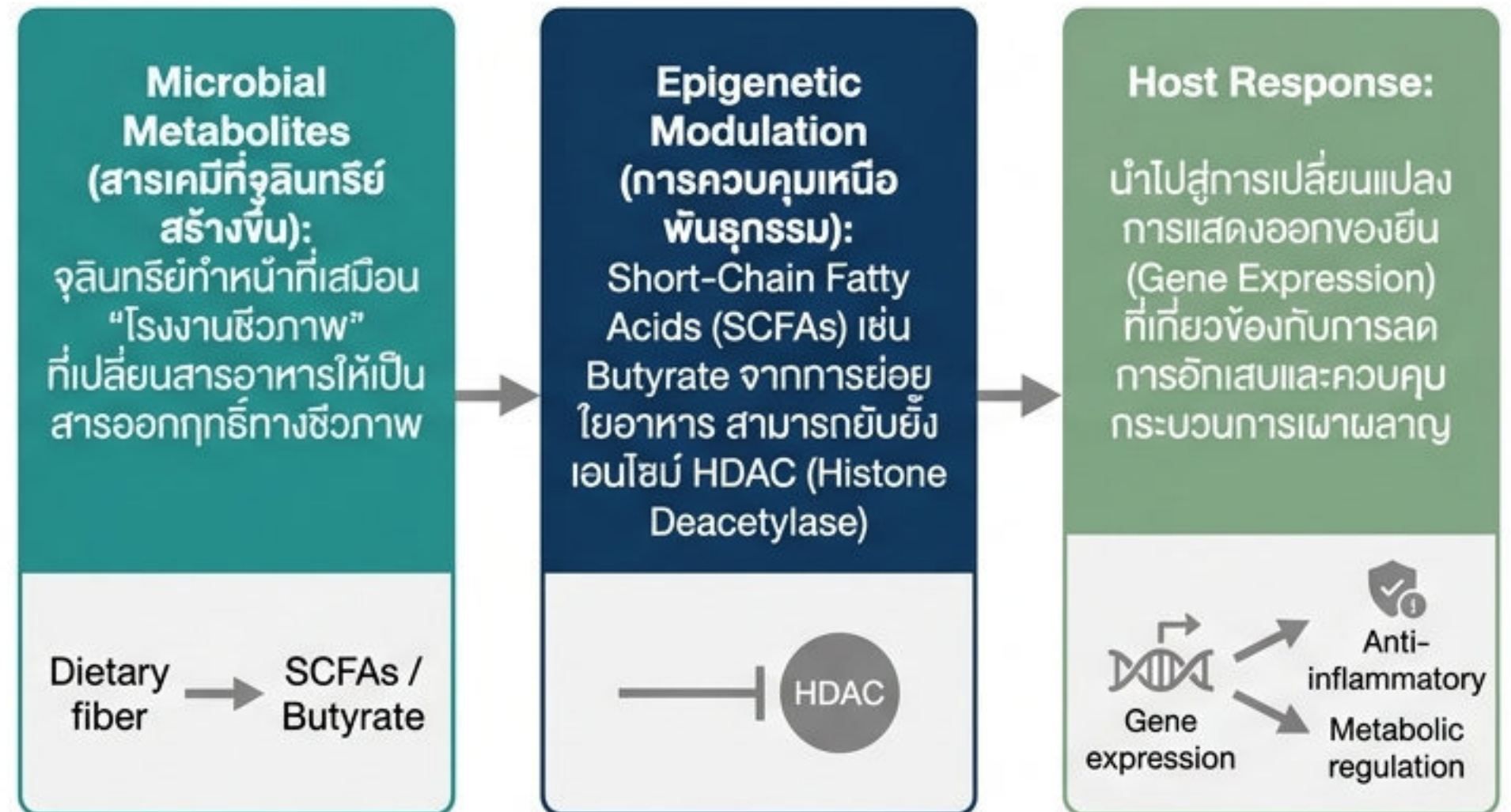


Clinical Utility: PRS ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำนายโรค เช่น เบาหวานประเภทที่ 2 หรือโรคหลอดเลือดหัวใจ เมื่อประเมินร่วมกับปัจจัยทางไลฟ์สไตล์ (Lifestyle Factors)

Diet – Microbiome – Host Genetics

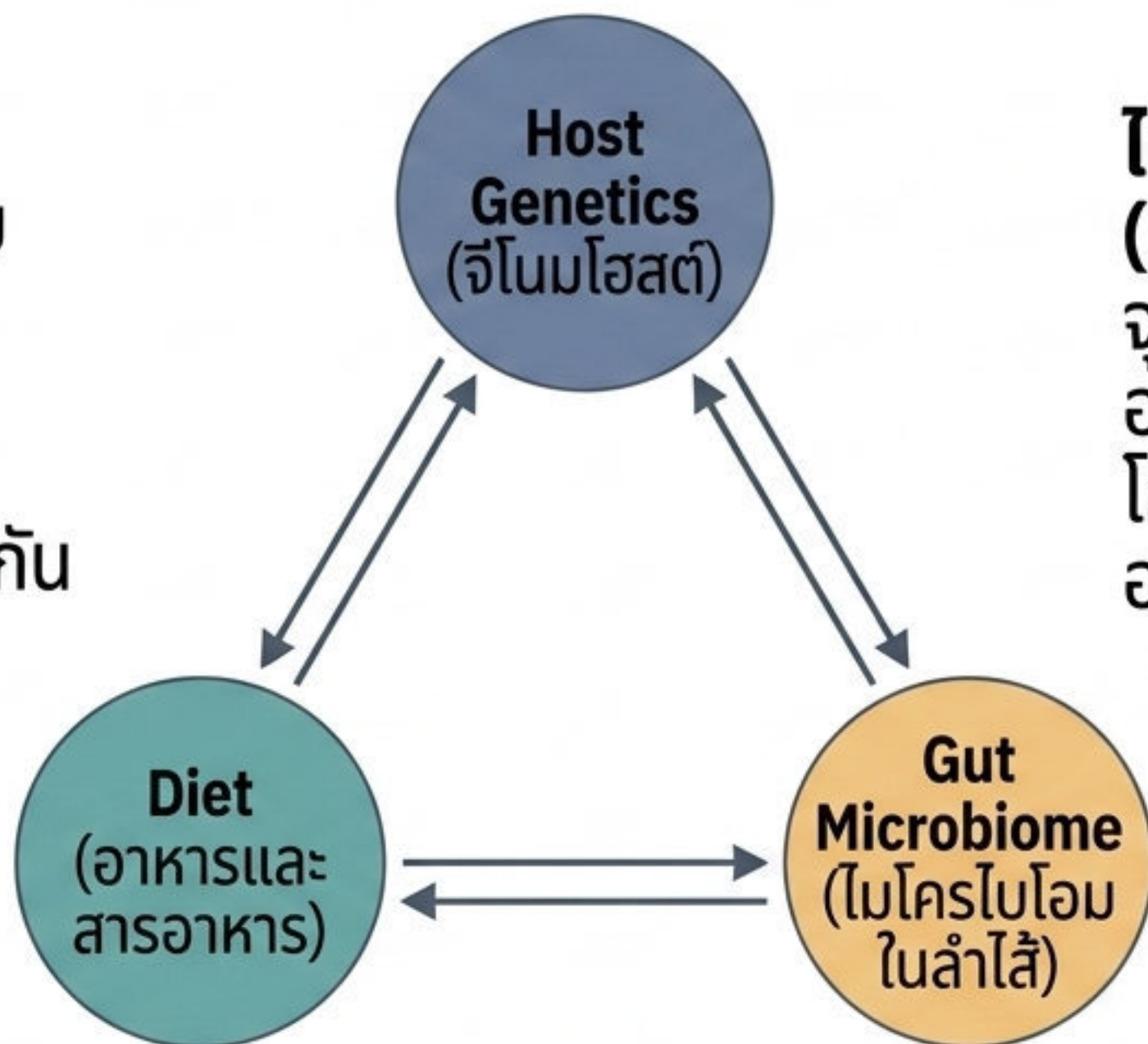


The Tripartite Axis: การเชื่อมโยง 3 ประสานระหว่าง
อาหาร (Diet) จุลินทรีย์ในลำไส้ (Microbiome)
และพันธุกรรมของมนุษย์ (Host Genetics)



Diet–Gene–Microbiome Interaction

ระบบนิเวศเชิงซ้อน:
จีโนมมนุษย์ไม่ได้สัมผัสกับ
อาหารโดยตรงเสมอไป
ไมโครไบโอมมีอิทธิพล
อย่างมากต่อสรีรวิทยา
การเผาผลาญ และภูมิคุ้มกัน

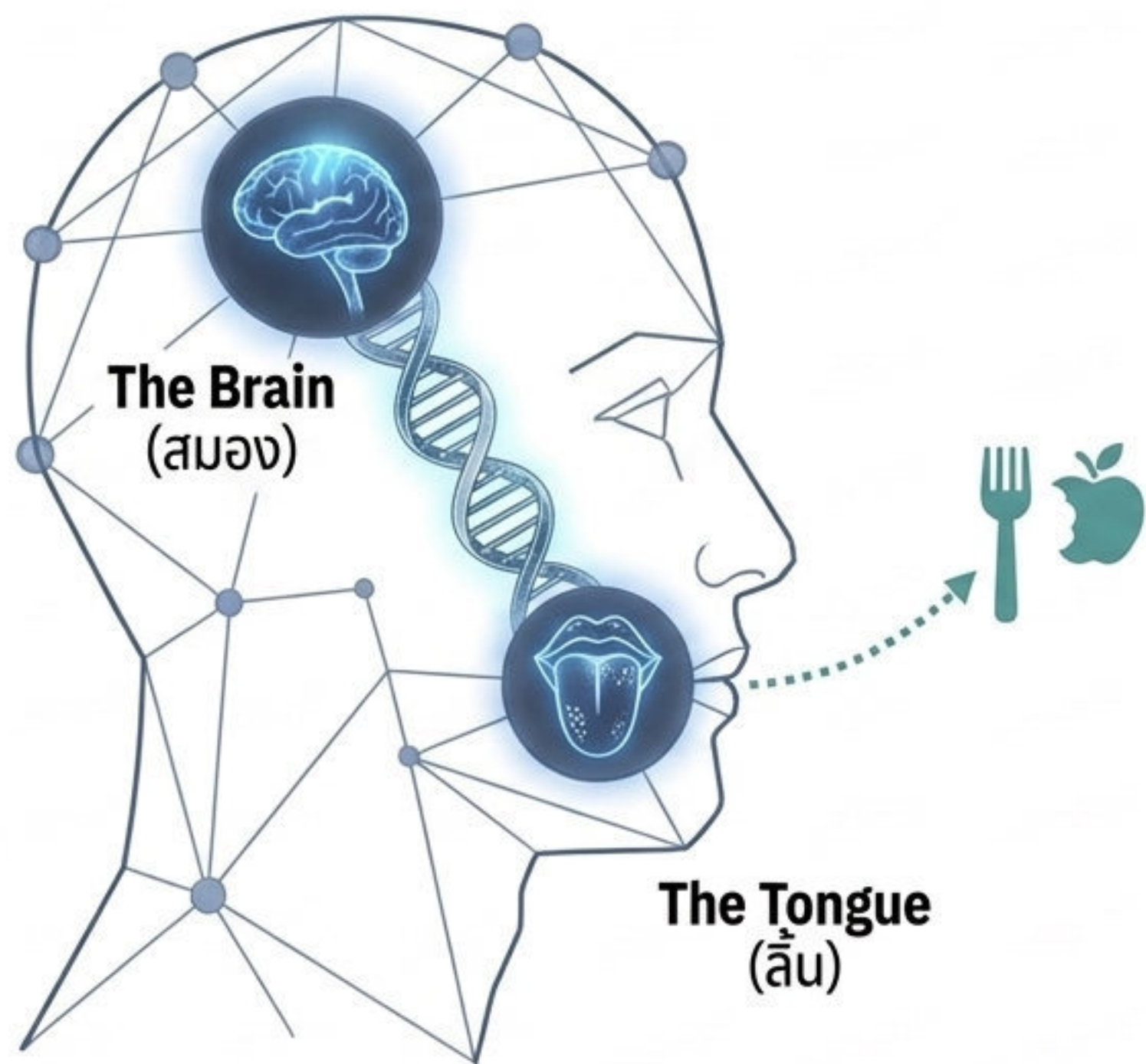


ไมโครไบโอมในฐานะตัวกลาง (Mediator):
จุลินทรีย์ทำหน้าที่เผาผลาญ
องค์ประกอบอาหาร (เช่น
โคเลสเตอรอล) ให้กลายเป็นโมเลกุล
ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ
(Bioactive molecules)
ซึ่งจะเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับ
จีโนมโฮสต์อีกที

**สารอาหารและสารพิษสามารถปรับเปลี่ยนการควบคุมทาง Epigenetics
และรบกวนสมดุลของไมโครไบโอมในลำไส้ได้พร้อมๆ กัน**

Taste Receptor Genes

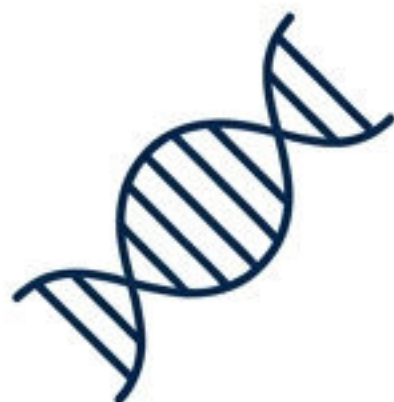
ในฐานะจุดเชื่อมระหว่างชีววิทยากับพฤติกรรม



- พันธุกรรมกำหนดพฤติกรรม:**
ความแปรผันทางพันธุกรรมไม่ได้กำหนดแค่ 'ร่างกายเผาผลาญอาหารอย่างไร' แต่กำหนดตั้งแต่ 'เราเลือกที่จะกินอะไร'
ยีนตัวรับรส (หวาน, ขม, การรับรู้ไขมัน)
ส่งผลโดยตรงต่อนิสัยการบริโภคอาหาร
- จุดสิ้นสุดของ Determinism:** SNP เดี่ยวๆ ไม่ใช่เครื่องทำนายชะตากรรมสุขภาพที่เด็ดขาด แต่เป็นเพียง 'Nudges' (แรงผลักดันทางชีววิทยา และพฤติกรรม) ในเส้นทางของระบบร่างกาย
- จิ๊กซอว์ที่สมบูรณ์ที่สุด:** ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง **พันธุกรรม โภชนาการ และสิ่งแวดล้อม** ถือเป็นหัวใจสำคัญที่สุดในการดูแลสุขภาพแบบแม่นยำ (Precision Health)

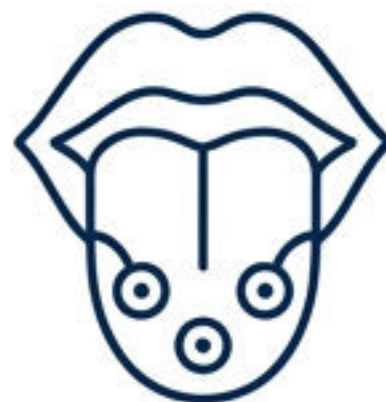
ทำไมเราถึงรับรสชาติได้ไม่เหมือนกัน?

การรับรสไม่ใช่แค่เรื่องของความชอบ
แต่ถูกกำหนดโดยรหัสทางชีววิทยา:



Genotype

(รูปแบบของยีนที่ควบคุม
ลักษณะทางพันธุกรรม)



Taste threshold

(ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่
ลิ้นสามารถรับรู้รสชาติได้)

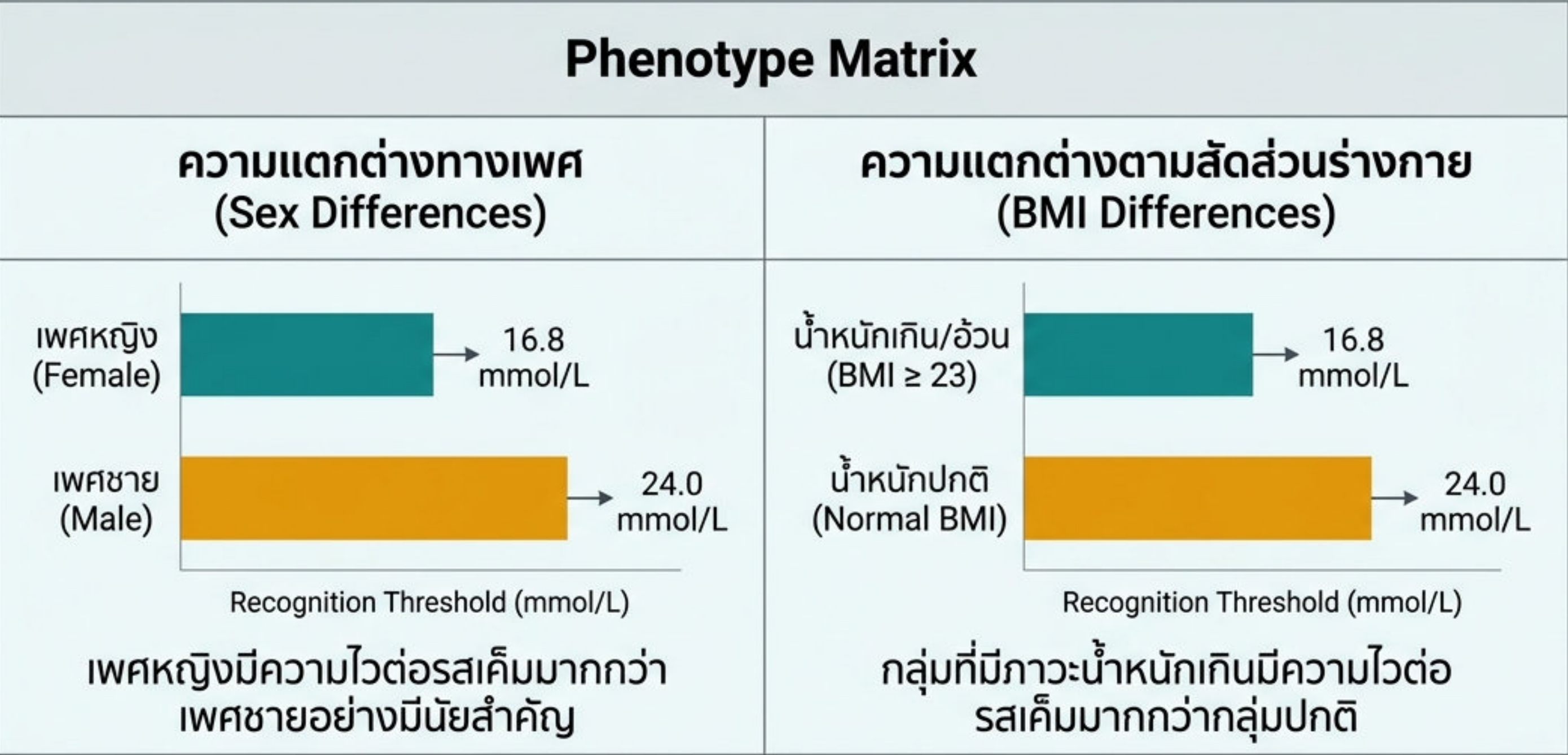


Phenotype / Sensory phenotype

(รูปแบบการรับรู้ทางประสาทสัมผัสเฉพาะตัว
ที่ทำให้เรารับรู้และตอบสนองต่ออาหารต่างกัน)

ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการรับรู้รสเค็ม

(Phenotypic Variation in Salt Taste Perception)



37%

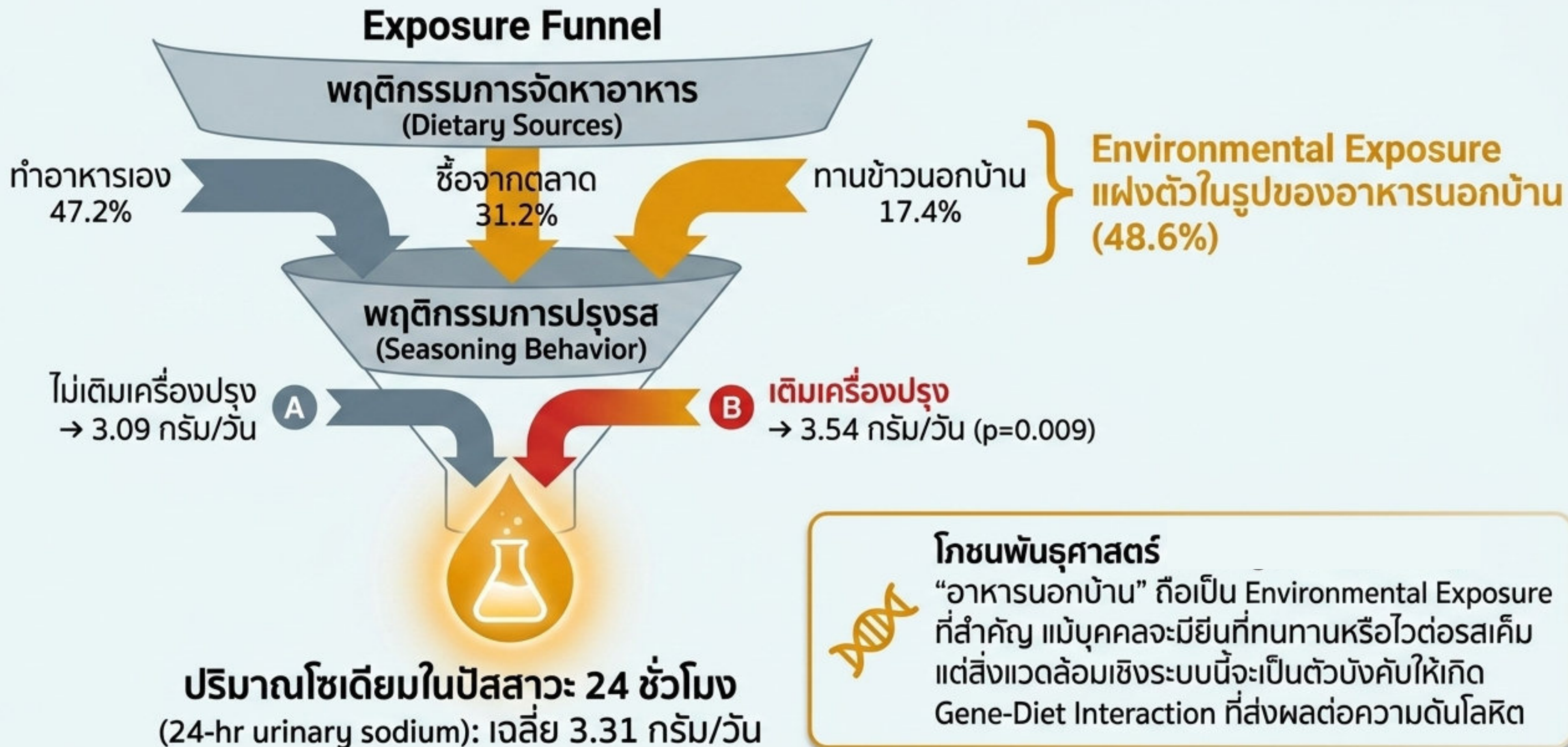
มีพฤติกรรมเติมน้ำปลา/เกลือ/ซีอิ๊วในถ้วยเตี้ยก่อนชิมเสมอ



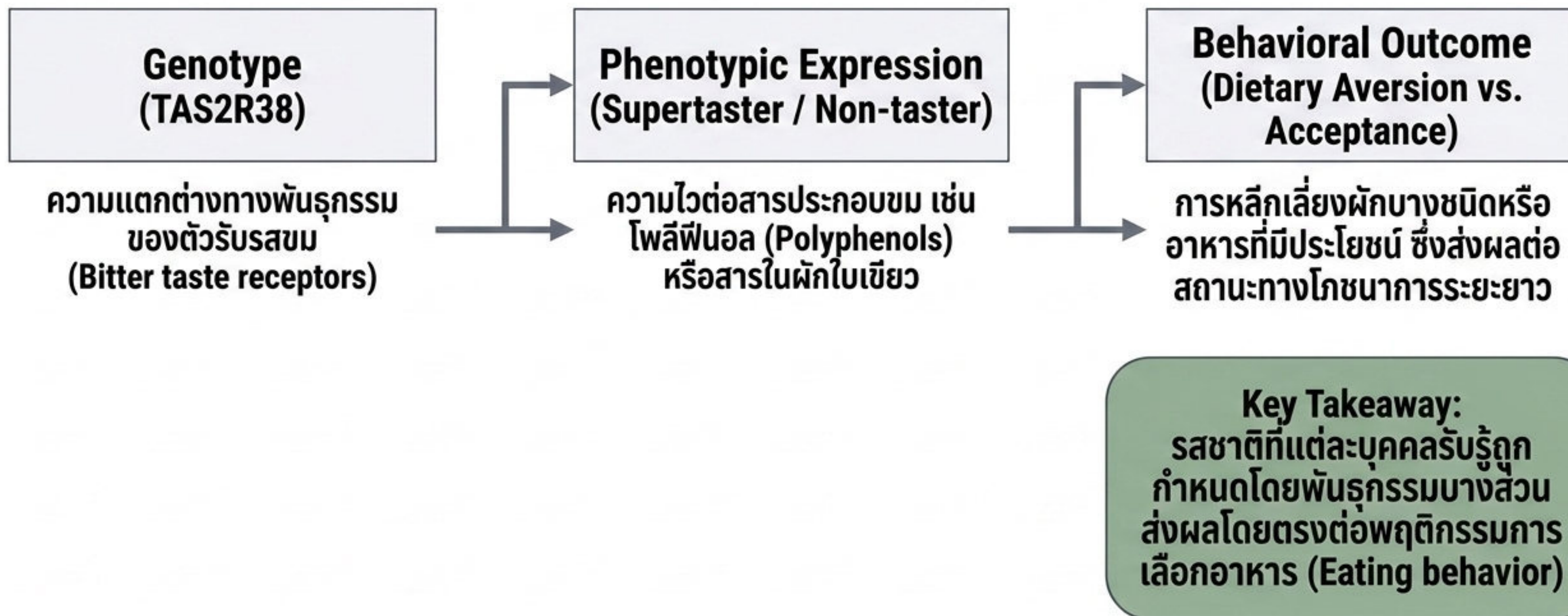
โภชนพันธุศาสตร์

Recognition Threshold ที่ต่างกัน สะท้อนถึงฟีโนไทป์ที่อาจถูกควบคุมโดย Genetic Predisposition (เช่น ยีนตัวรับรสเค็ม SCNN1B หรือ TRPV1)

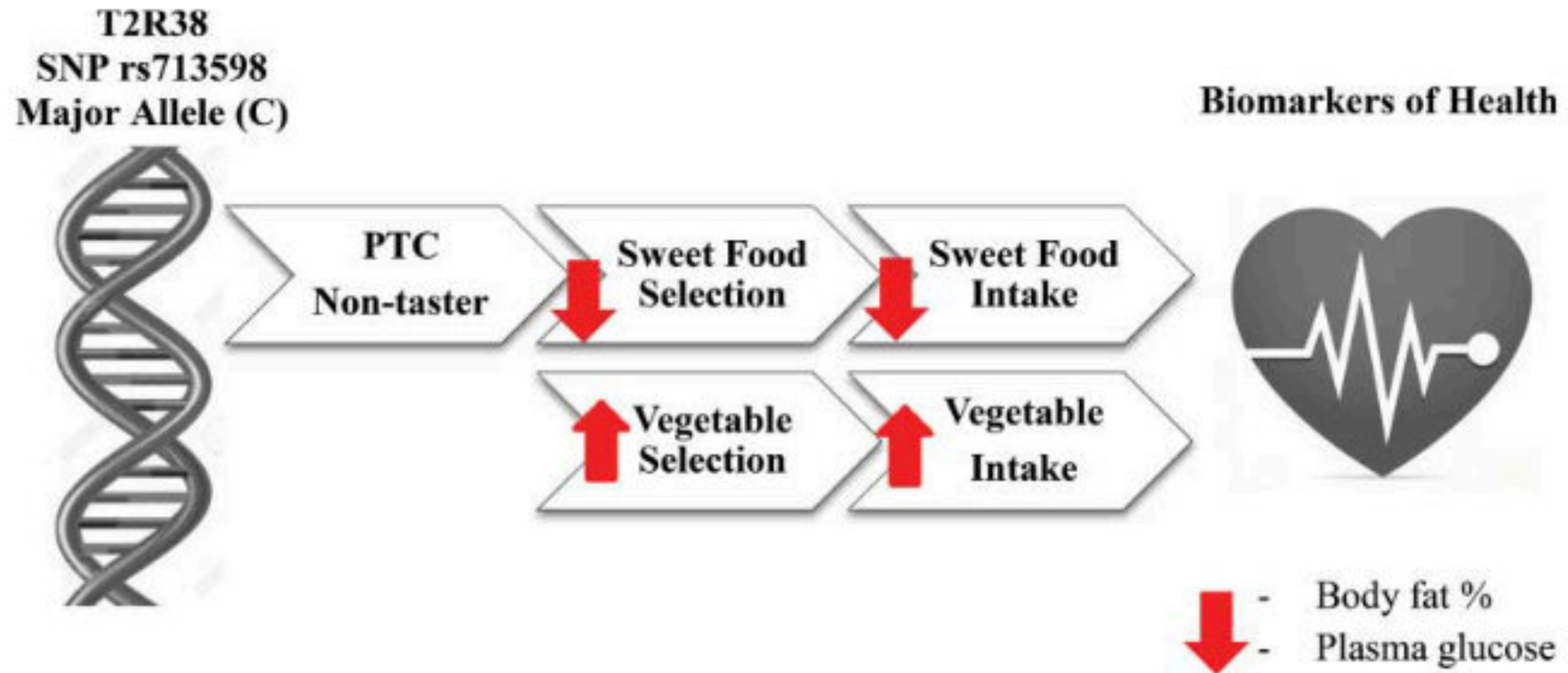
บริบทของสิ่งแวดล้อมทางอาหาร (The "Diet" in Gene-Diet Interaction)



ปฏิสัมพันธ์ระดับโมเลกุล: งานวิจัย PTC Supertaster



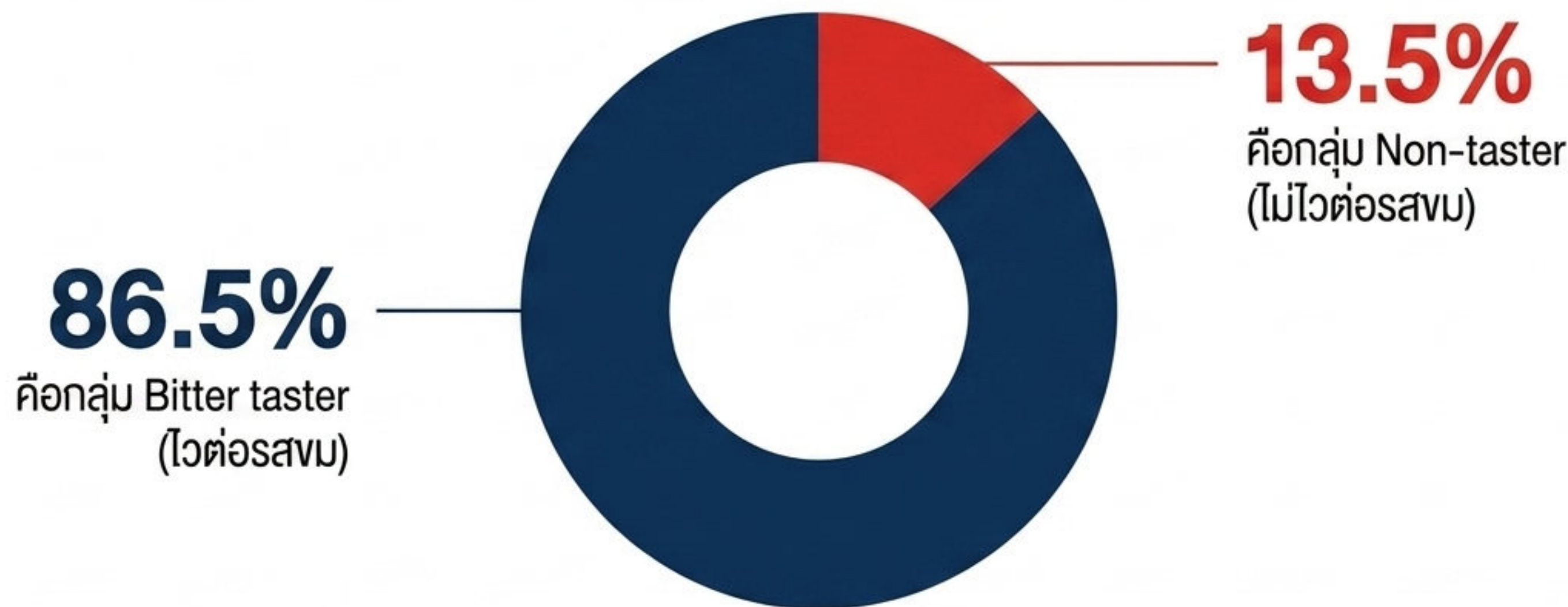
RESEARCH



Chamoun, E., Mutch, D. M., Allen-Vercoe, E., Buchholz, A. C., Duncan, A. M., ... Spriet, L. L. (2017). A review of the associations between single nucleotide polymorphisms in taste receptors, eating behaviors, and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(2), 194–207.

ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของวัยรุ่นไทย

ผลการสำรวจในวัยรุ่นและวัยทำงานตอนต้นของไทย (N=192 คน):



Key Insight: สัดส่วนผู้ที่ไม่ไวต่อรสขม (Non-taster) ในไทย ใกล้เคียงกับประชากรเอเชียอื่นๆ เช่น ญี่ปุ่น (5-15%), จีน (14%), และเกาหลี (20%) แต่มีสัดส่วนน้อยกว่าชาวยุโรปและอินเดีย (30-40%+) อย่างมีนัยสำคัญ

ข้อยกเว้น: เมื่อพันธุกรรมเปิดเผยตัวตน

แม้โภชนาการหลักจะถูกกลืนด้วยวัฒนธรรม แต่พันธุกรรมจะแสดงออกชัดเจนในอาหารที่ไม่ใช่อาหารหลัก
อย่าง Fast Food

กลุ่ม Bitter taster



เติมน้อย

$p = 0.012$

กลุ่ม Non-taster



เติมเครื่องปรุงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย: 80% นิยมเติมซอสมะเขือเทศ
และ 46.7% เติมซอสพริก

เหตุผลทางชีววิทยา: กลุ่ม Non-taster มีการรับรสที่ด้อยกว่า
(Lower taste perception) จึงต้องการเครื่องปรุงเพื่อ
กระตุ้นรสชาติให้เข้มข้นขึ้น

การทดลองปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

เราสามารถใช้อุปกรณ์พันธุกรรมเพื่อออกแบบโภชนาการที่ดีขึ้นได้หรือไม่?

การทดลองนำร่อง
12 สัปดาห์



กลุ่ม Supertaster
(N=30)

Personalized Nutrition



(โภชนาการเฉพาะบุคคล -
การออกแบบอาหารให้เหมาะ
กับพันธุกรรม)

เครื่องมือ



ส่ง Infographic และ
Interactive games
เฉพาะกลุ่มไวต่อรสขม
เพื่อให้ความรู้

ช่องว่างระหว่างความรู้และการกระทำ



จาก Sensory Education สู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Behavior Change)



จาก Research Tool สู่ Digital Nutrition Service

Raw Data Input (ข้อมูลตั้งต้น)

- ข้อมูลพันธุกรรม (Genomic)
- ข้อมูลฟีโนไทป์
- ข้อมูลอาหาร (Dietary intake)

Algorithmic Refinement (การประมวลผล)

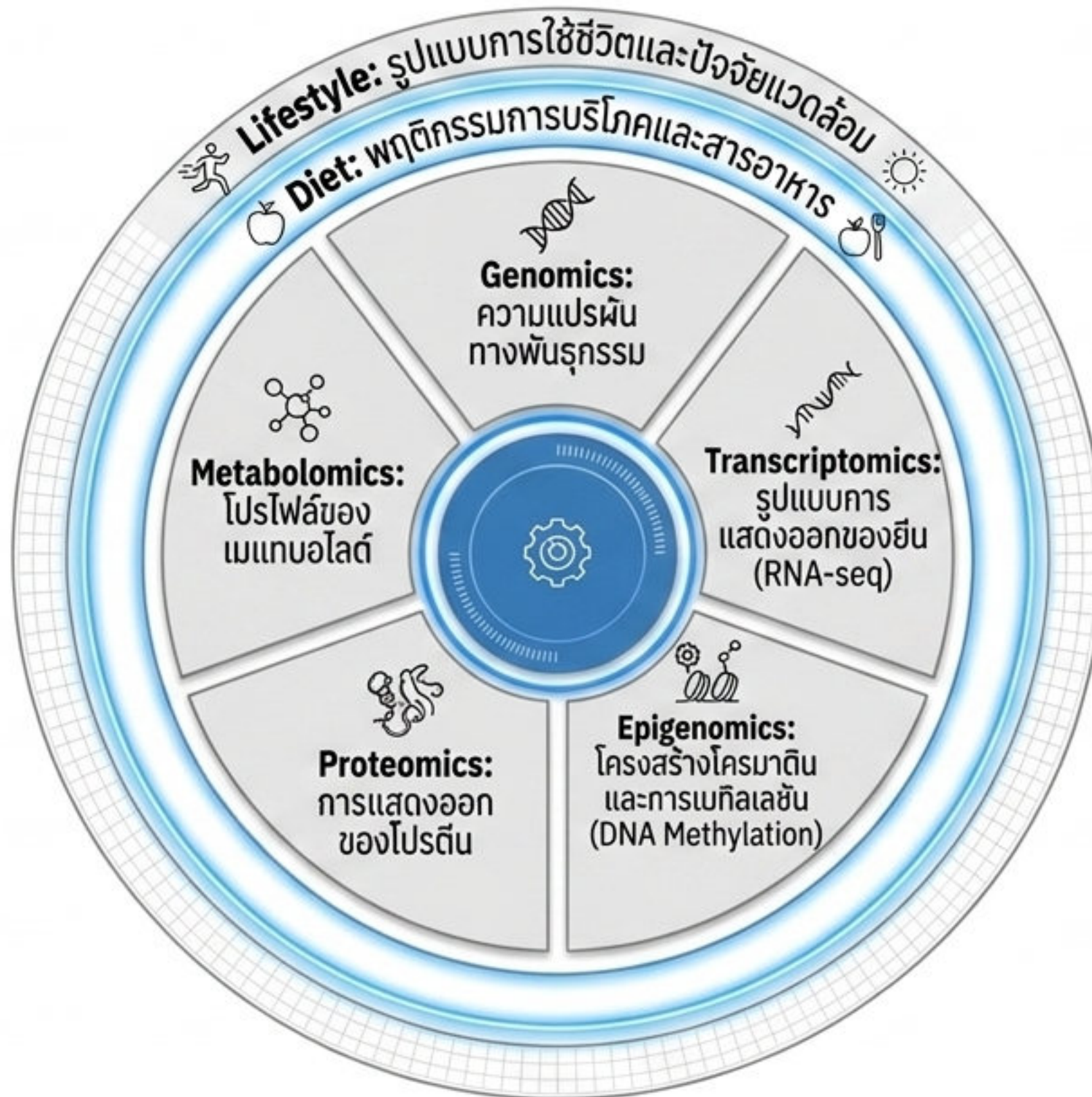
การบูรณาการข้อมูลผ่านระบบประมวลผล (Systems Biology & Multi-omics integration) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์และ Biomarkers

Digital Service Output (บริการดิจิทัล)

- แอปพลิเคชันวางแผนโภชนาการเฉพาะบุคคล (Personalized Nutrition App)
- การแนะนำผลิตภัณฑ์ (Targeted Product Recommendation)

Commercial Value: การยกระดับจากงานวิจัยพื้นฐานสู่บริการที่ขยายผลได้ (Scalable solution) ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

Multi-Omics Integration: ข้อมูลเพื่อการสร้างคุณค่า



Key Insight:
คุณค่าที่แท้จริงไม่ได้มาจากชิ้นเดียว
แต่มาจากการบูรณาการข้อมูล
ทางชีววิทยาหลายระดับ
(Systems Biology)

Target Segmentation Framework (กรอบการแบ่งกลุ่มเป้าหมาย)



**ไม่ใช่เพื่อการวินิจฉัยโรค
(Not for Medical Diagnosis)**

ห้ามแบ่งกลุ่มโดยพึ่งพาข้อมูล Genetic test เพียงอย่างเดียว
เพื่อป้องกันการตีตรา (Stigmatization)



**เพื่อบริการการออกแบบผลิตภัณฑ์
(For Product Design)**

เน้นการใช้ข้อมูลรวมเพื่อระบุ Unmet needs
และพัฒนาโภชนาการที่แม่นยำ (Precision Nutrition)

Applied Profile 1: กลุ่มที่มี Salt Sensitivity หรือบริโภคโซเดียมสูง

Target	Need	Data Needed	Product Solution
กลุ่มที่ตอบสนองต่อโซเดียมสูง (Salt Sensitivity)	ความพึงพอใจในรสชาติโดยไม่เพิ่มความเสี่ยงต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (CVD risk)	Phenotype (ความดันโลหิต), Dietary recall (ปริมาณโซเดียม), Biomarker	สารทดแทนความเค็มเชิงลึก (Culinary salt-alternatives) และ Smart Condiments

1. รูปแบบการสื่อสาร (Communication):

เน้น "การปรับสมดุลรสชาติและสุขภาพ" (Flavor optimization)

2. การลดความเสี่ยงการตีตรา (Stigma Risk):

หลีกเลี่ยงการใช้คำว่า "ผู้ป่วยความดันโลหิตสูง" (Hypertensive)

3. วิธีทดสอบตลาด (Market Validation):

ทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory blind-testing) กับสูตรลดโซเดียม

Applied Profile 2: กลุ่มที่ไวต่อรสขมและหลีกเลี่ยงผัก (Sensory Aversion)

Target	Need	Data Needed	Product Solution
กลุ่มที่มีพันธุกรรมไวต่อรสขม (Bitter Supertasters)	การได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ (Polyphenols) โดยไม่ถูกต่อต้านจากระบบประสาทสัมผัส	Genotype (Taste receptors) + + พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงอาหาร (Eating behavior)	เทคโนโลยี Microencapsulation หุ้มสารโพลีฟีนอล (เช่น EGCG, Anthocyanin) หรือผลิตภัณฑ์ผักที่ปรุงรสชาติ

1. รูปแบบการสื่อสาร (Communication):

เน้น ‘การปลดล็อกโภชนาการซ่อนเร้น’ ด้วยรสชาติที่อร่อย

2. การลดความเสี่ยงการตีตรา (Stigma Risk):

ไม่ตราหน้าว่าเป็น ‘คนเลือกกิน’ (Picky eaters) หรือมีพฤติกรรมแบบเด็ก

3. วิธีทดสอบตลาด (Market Validation):

ทดสอบอัตราการยอมรับผลิตภัณฑ์ (Acceptance rate) ในกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

Applied Profile 3: กลุ่มที่มี Metabolic Risk หรือ Glycemic Response ผิดปกติ

Target	Need	Data Needed	Product Solution
กลุ่มที่มีลักษณะทางเมแทบอลิซึมตอบสนองต่อกลูโคส/ไขมันผิดปกติ	การรักษาระดับพลังงานที่สม่ำเสมอโดยไม่กระตุ้นภาวะอินซูลินพุ่งสูง (Insulin spikes)	Genotype (TCF7L2, FTO, PPARG) + Diet + Metabolic biomarkers	ผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน Low-GI เฉพาะบุคคล และ Functional Flavonoids (เช่น Naringin, Hesperidin)

1. รูปแบบการสื่อสาร (Communication):

การสื่อสารเชิงบวก ‘Metabolic Optimization’ หรือ ‘Sustained Energy’

2. การลดความเสี่ยงการตีตรา (Stigma Risk):

หลีกเลี่ยงป้ายกำกับ ‘กลุ่มก่อนเบาหวาน’ (Pre-diabetic) หรือ ‘ผู้มีภาวะอ้วน’

3. วิธีทดสอบตลาด (Market Validation):

การติดตามการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือด (Glycemic tracking trials)

Applied Profile 4: กลุ่มหญิงตั้งครรภ์และหญิงให้นมบุตร

Target	Need	Data Needed	Product Solution
มารดาในช่วงตั้งครรภ์และให้นมบุตร	ความมั่นคงทางสารอาหารเพื่อพัฒนาการและกระบวนการ Epigenetic ของทารก	Genotype (MTHFR) + Diet + Biomarkers + ข้อมูล Epigenetics	ชุดสารอาหารเสริม Bioavailable เฉพาะมารดาที่อุดมด้วย Choline และ Folate ที่ดูดซึมได้สูง

1. รูปแบบการสื่อสาร (Communication):
“การสร้างรากฐานสุขภาพที่แข็งแกร่งตั้งแต่ระดับเซลล์” (Fetal programming)

2. การลดความเสี่ยงการตีตรา (Stigma Risk):
ไม่สร้างความรู้สึกผิด (Guilt-tripping) แก่มารดาที่มีโภชนาการไม่สมบูรณ์แบบ

3. วิธีทดสอบตลาด (Market Validation):
การประเมินผ่าน Digital FFQ ควบคู่กับความสม่ำเสมอในการบริโภคผลิตภัณฑ์

Applied Profile 5: กลุ่มนักกีฬา ผู้สูงอายุ และเป้าหมายสุขภาพเฉพาะ

Target	Need	Data Needed	Product Solution
นักกีฬา, ผู้ที่ออกกำลังกายจริงจัง หรือผู้สูงอายุที่ต้องการรักษามวลกล้ามเนื้อ	การฟื้นฟูร่างกายและเพิ่มประสิทธิภาพแบบก้าวข้ามข้อจำกัด “One-size-fits-all”	Sports Nutrigenomics + Phenotype + ระดับการออกกำลังกาย (Lifestyle/Behavior)	สูตรโภชนาการฟื้นฟูร่างกายที่อิงข้อมูล Genotype และความต้องการระดับจุลภาคของแต่ละบุคคล

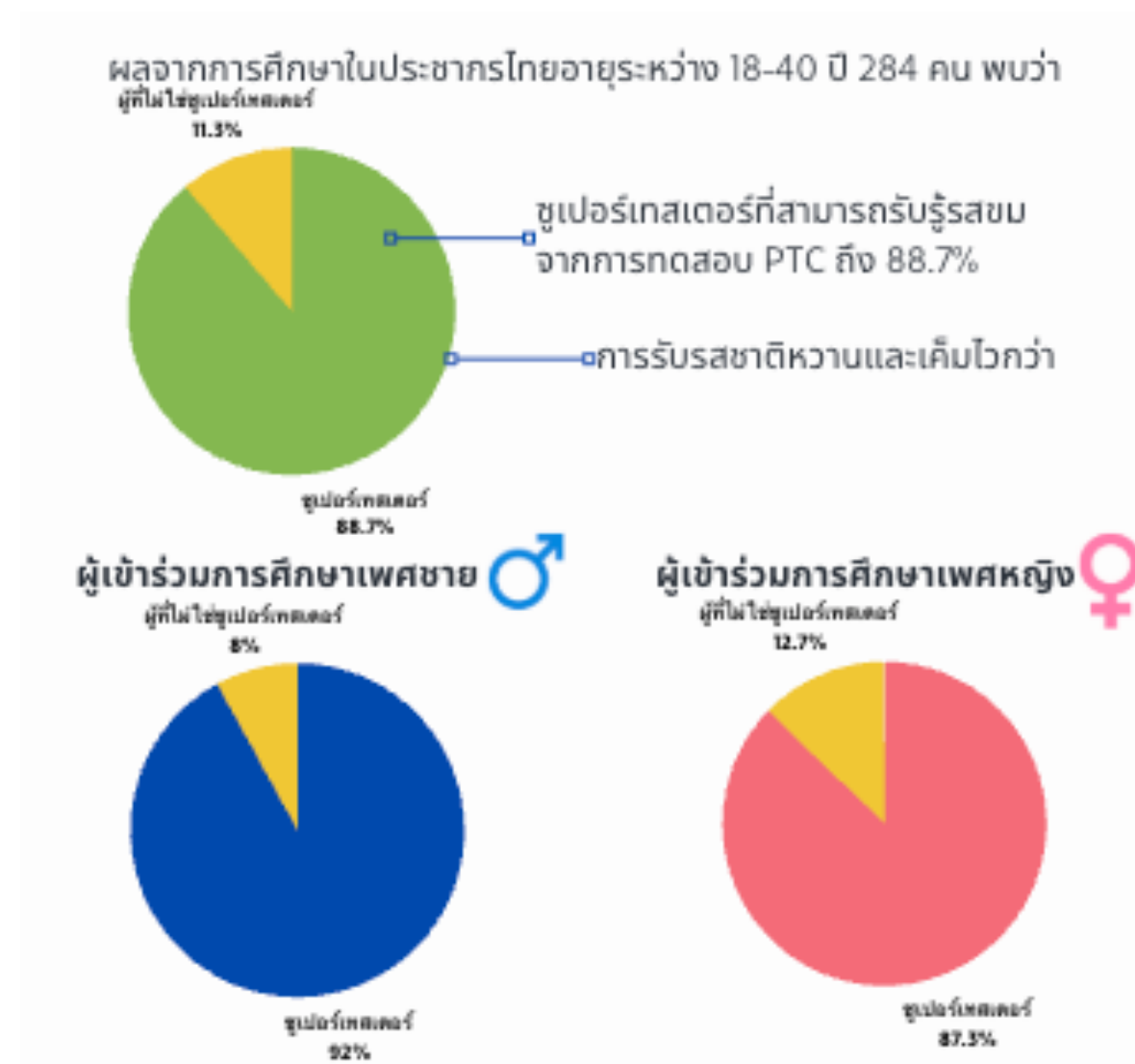
1. รูปแบบการสื่อสาร (Communication):
‘Precision Performance’ การดึงศักยภาพสูงสุดของร่างกาย

2. การลดความเสี่ยงการตีตรา (Stigma Risk):
ไม่ใช่วาทกรรมที่ตัดสินทางพันธุกรรม (เช่น ‘คุณไม่มียีนนักกีฬา’)

3. วิธีทดสอบตลาด (Market Validation):
Beta-testing ในกลุ่มเป้าหมายเฉพาะทาง (Specialized cohorts) ควบคู่กับ Wearable tech

APPLICATION

คู่มือการรับประทานอาหาร

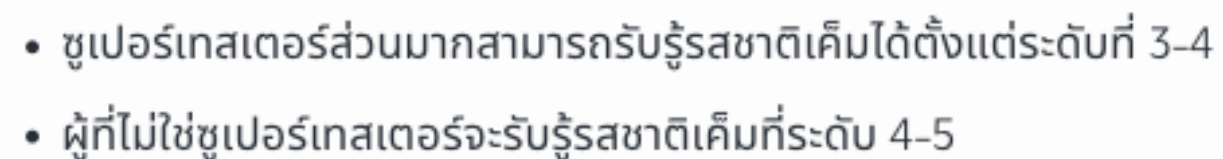


Doowa, N., Chupeerach, C., On-nom, N., & **Tapanee, P.** (2025). Tailoring dietary guidelines for supertasters: PTC sensitivity and nutrition in Thai young adults. In Proceedings of the 11th International Conference on Green ASIA and Sustainability Forum: Innovation, Health Sciences, Digital Education Quality, and Productive Employment for Sustainable Development in the Next Normal (pp. 81-102).



- 

ចូលរួមប្រកួតប្រជែង **អ្នកដែលមិនចូលរួមប្រកួតប្រជែង**



อาหาร)



คอเลสเตอรอล (Cholesterol)

Doowa, N., Chupeerach, C., On-nom, N., & **Tapanee, P.** (2025). Tailoring dietary guidelines for supertasters: PTC sensitivity and nutrition in Thai young adults. In Proceedings of the 11th International Conference on Green ASIA and Sustainability Forum: Innovation, Health Sciences, Digital Education Quality, and Productive Employment for Sustainable Development in the Next Normal (pp. 81–102).

APPLICATION

DNA testing kits

- ตรวจดีเอ็นเอจากตัวอย่างน้ำลาย
- สามารถหาซื้อได้ตามร้านค้า
- ข้อมูลเชื้อชาติ
- ลักษณะร่างกายต่างๆ
- ข้อมูลสุขภาพ



APPLICATION

23 and me

A

A

>

“rapid”

A

C

>

“slow”

C

C

>

“slow”

<

Caffeine Consumption

>

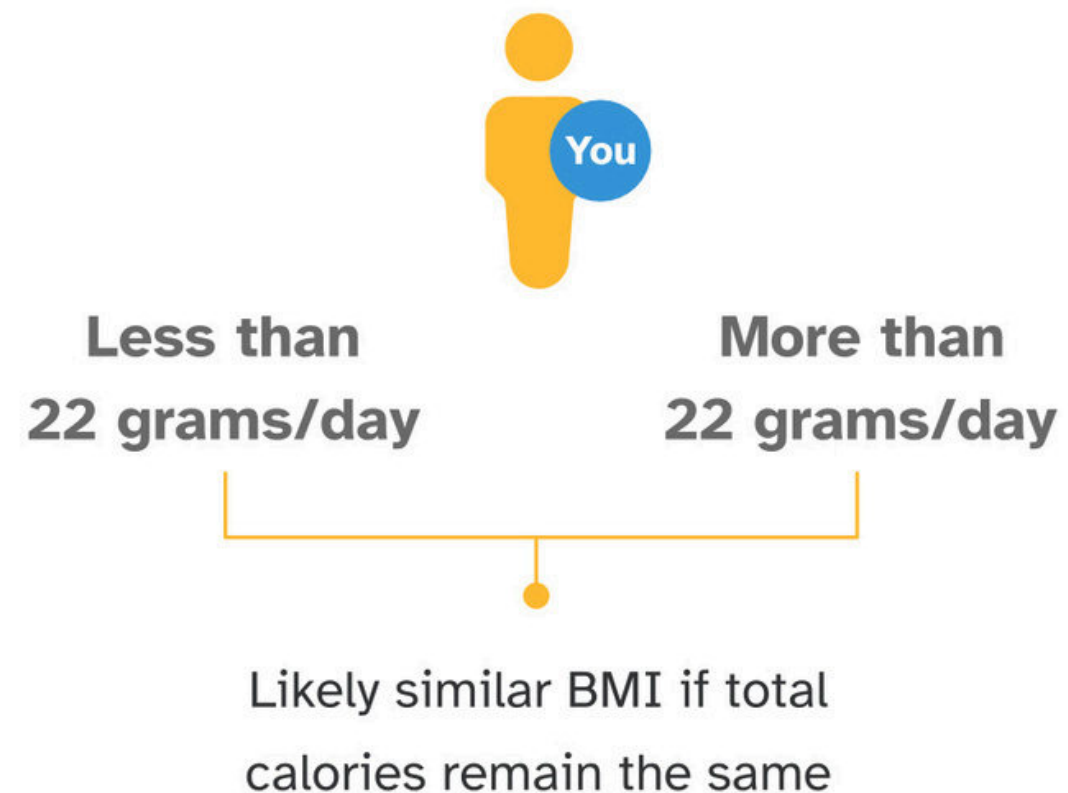
View All Tested Markers

^

Marker Tested	Your Genotype*	
rs2472297	C	C
Gene: Near CYP1A2	Typical copy from one of your parents	Typical copy from your other parent
Marker: rs2472297		
See all information		
rs4410790	C	T
Gene: Near AHR	Variant copy from one of your parents	Typical copy from your other parent
Marker: rs4410790		
See all information		
*This test cannot distinguish which copy you received from which parent. This test also cannot determine whether multiple variants, if detected, were inherited from only one parent or from both parents. This may impact how these variants are passed down.		
23andMe always reports genotypes based on the 'ancestral' strand of the human genome reference.		
< >		

APPLICATION

Saturated fat intake and BMI



The effect of dietary saturated fat on BMI is associated with a variant near the APOA2 gene.

The APOA2 gene contains instructions for making a protein called apolipoprotein A-II, which is found in high-density lipoprotein (HDL) cholesterol particles. The role of apolipoprotein A-II in the body's response to saturated fat is not yet well understood.

APPLICATION

Weight Management and Body Composition

Dietary Component	Gene, rs Number	Response Variant	Your Variant	Your Response	Recommendations
Physical Activity	FTO, rs9939609	Algorithm	TT	Typical	Aim for 150 to 300 min/week of cardio and at least 2 days/week of muscle-strengthening activities.
	ADRB2, rs1042713		GA		
Energy Balance	UCP1, rs1800592	GG or GA	GA	Diminished	For weight loss, aim for a daily energy deficit of 10-20% from your current energy needs plus an additional 150 kcal.
Protein	FTO, rs9939609	AA	TT	Typical	Consume 15-25% of energy from protein.
Total Fat	TCF7L2, rs7903146	TT	CC	Typical	Consume 20-35% of energy from fat.
Saturated Fat	APOA2, rs5082	CC	TT	Typical	Limit intake of saturated fat to no more than 10% of energy.
Saturated and Unsaturated Fat	FTO, rs9939609	TA or AA	TT	Typical	Limit intake of saturated fat to no more than 10% of energy.
Monounsaturated Fat	PPARy2, rs1801282	GG or GC	CC	Typical	Aim for a balance of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fats to meet your total daily fat intake.

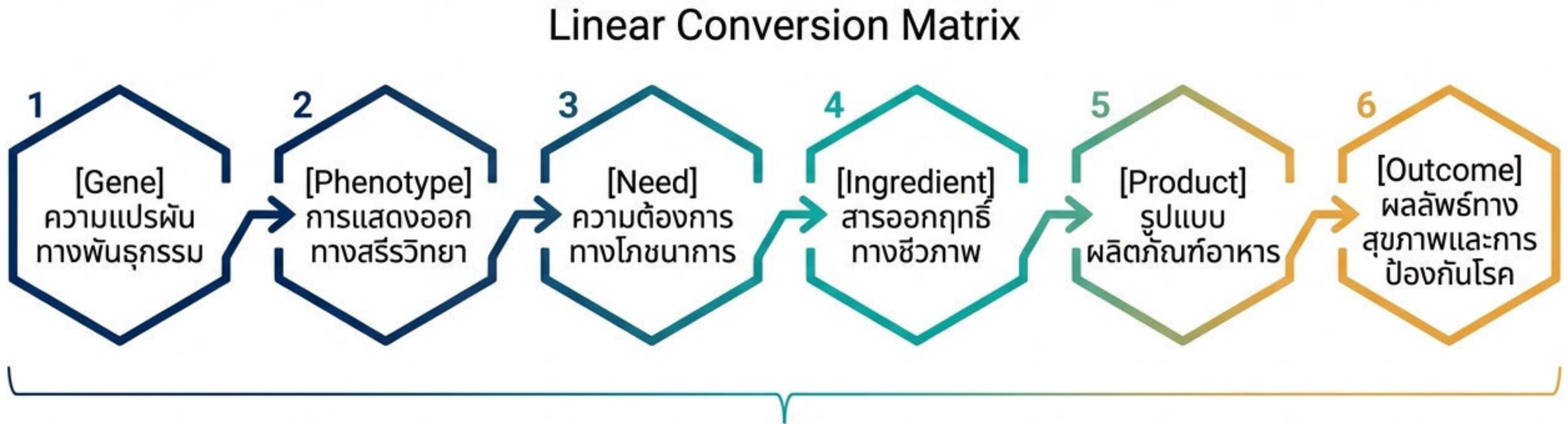
Eating Habits

Dietary Component	Gene, rs Number	Risk/ Response Variant	Your Variant	Your Risk/ Response	Recommendations
Fat Taste Perception	CD36, rs1761667	GG or GA	GA	Enhanced	You have an enhanced ability to sense the fatty taste of foods.
Sugar Preference	GLUT2, rs5400	CT or TT	CC	Typical	Your preference for sugar is typical.
Eating between Meals	MC4R, rs17782313	CC or CT	TT	Typical	Your tendency to eat between meals is typical.

Exercise Physiology, Fitness and Injury Risk

Dietary Component	Gene, rs Number	Risk/ Response Variant	Your Variant	Your Risk/ Response	Recommendations
Motivation to Exercise	BDNF, rs6265	AA or AG	AG	Enhanced	You have an enhanced innate motivation to exercise.
Exercise Behavior	CYP19A1, rs2470158	Algorithm	GG	Typical	You have a typical likelihood of engaging in physical activity.
	LEPR, rs12405556		GT		
Power and Strength	ACTN3, rs1815739	TC or CC	TC	Enhanced	You have a slight genetic advantage to excel in power sports.
Endurance	NFIA-AS2, rs1572312	Algorithm	CC	Typical	Your endurance potential is typical.
	ADRB3, rs4994		TT		
	NRF2, rs12594956		CA		
	GSTP1, rs1695		AG		
	PGC1a, rs8192678		GA		
Muscle Damage	ACTN3, rs1815739	TC or TT	TC	Elevated	Follow an antioxidant-rich diet and allow longer recovery from strenuous exercise.
Pain	COMT, rs4680	GG or GA	GA	Enhanced	You have an enhanced pain tolerance and therefore tend to experience less pain.
Bone Mass	WNT16, rs2707466	TC or CC	TC	Elevated	You have an elevated risk for low bone mass.
Achilles Tendon Injury	COL5A1, rs12722	CT or TT	CC	Typical	You have a typical risk for Achilles tendon injury.

Precision Product Design Matrix: จากรหัสพันธุกรรมสู่นวัตกรรมอาหาร



นิวทริจีเนติกส์ (Nutrigenetics) เป็นเพียงจุดเริ่มต้น
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จต้องบูรณาการความเข้าใจตั้งแต่วิถีเมแทบอลิซึมไปจนถึงการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อควรระวัง: การออกแบบผลิตภัณฑ์อิงพันธุกรรม
เป็นไปเพื่อสนับสนุนสุขภาพเชิงป้องกัน
ไม่ใช่การกำหนดอาหารที่ดีที่สุดอย่างสมบูรณ์แบบ
หรือเพื่อทดแทนการวินิจฉัยทางการแพทย์

Product Concept 1: ผลิตภัณฑ์ลดโซเดียมที่ยังคงการยอมรับด้านรสชาติ

Biological & Phenotypic Insight



ความแตกต่างทางพันธุกรรม (SNPs) ส่งผลต่อการแสดงออกของตัวรับรส (Taste Receptors) และการตอบสนองต่อโซเดียมในระดับบุคคล

ปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด (CVD) มีความเชื่อมโยงอย่างยิ่งกับการบริโภคอาหารรสจัด

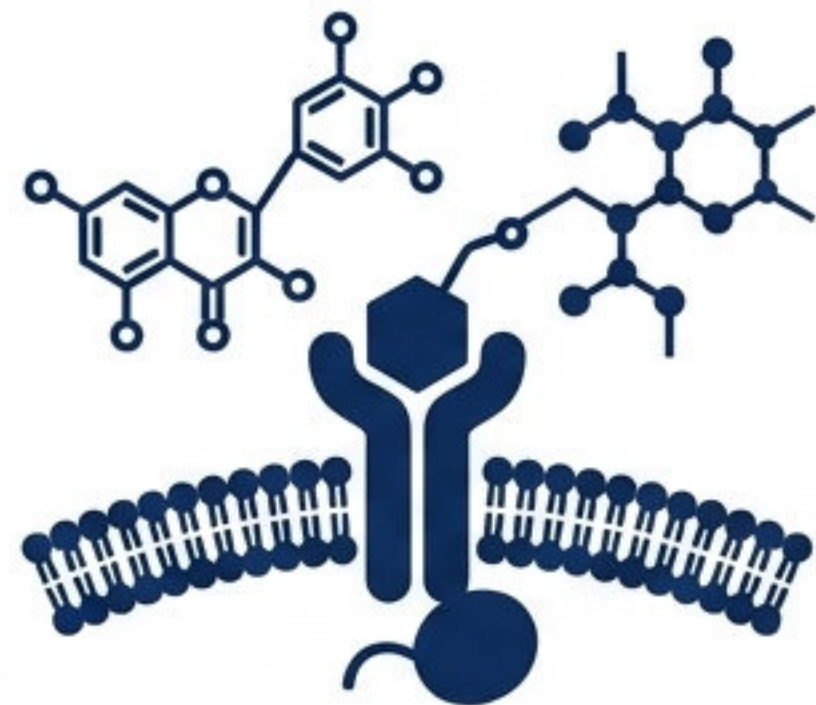
Food Industry Application



Concept	เครื่องปรุงรสหรืออาหารพร้อมทานสูตร Precision Low-Sodium
Mechanism	การใช้ Flavor Modulators จากธรรมชาติ หรือโพลีฟีนอลที่ช่วยเสริมรสอูมามิ เพื่อชดเชยการลดโซเดียม มุ่งเป้ากลุ่มผู้บริโภคที่มีความไวต่อรสเค็มต่ำ
Validation	ต้องผ่านการทดสอบ Sensory Test เชิงลึก ควบคู่กับ Consumer Acceptance อย่างเคร่งครัด

Product Concept 2: ผลิตภัณฑ์ผักหรืออาหารสุขภาพสำหรับผู้ไวต่อรสขม

Biological & Phenotypic Insight



สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenols) และไฟโตนิวเทรียนท์ในผัก มีคุณสมบัติในการปรับเปลี่ยนการแสดงออกของยีน (Nutrigenomics) และต้านการอักเสบ

ความแปรผันทางพันธุกรรม (เช่น ยีนกลุ่ม TAS2R) ทำให้ประชากรบางกลุ่ม รับรู้รสขมของสารเหล่านี้ได้รุนแรงกว่าปกติ ทำให้หลีกเลี่ยงการบริโภคผัก

Food Industry Application

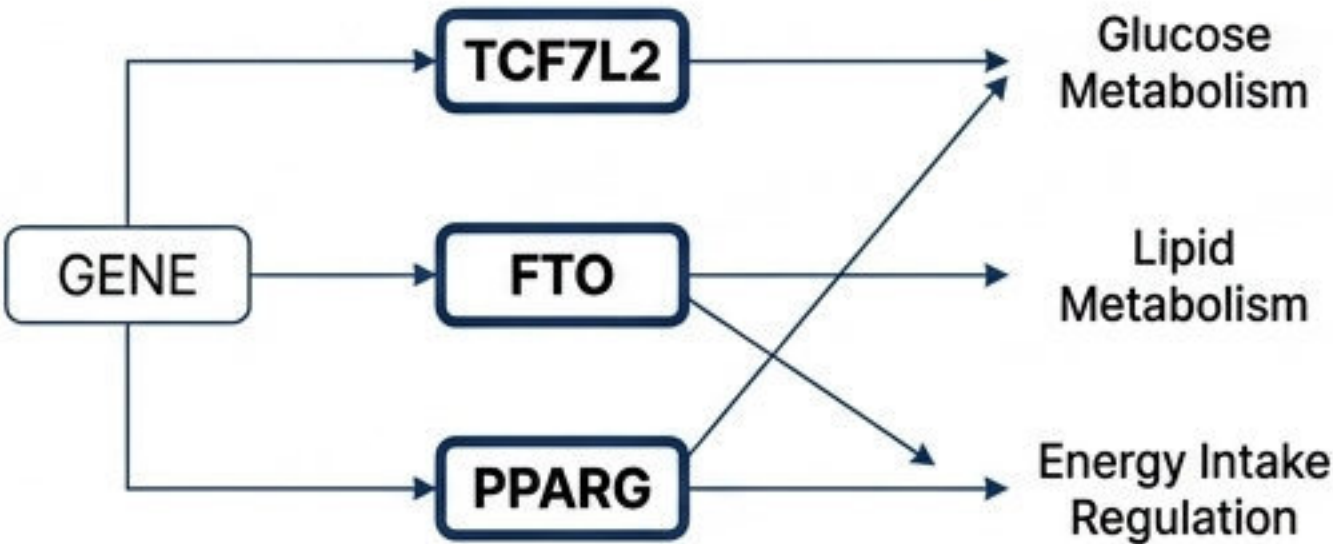


Microencapsulation

Concept	ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร/เครื่องดื่มจากผักที่ผ่านกระบวนการ Microencapsulation หรือใช้ Bitter Masking Agents
Target Segment	กลุ่มผู้บริโภค Super-tasters หรือผู้ที่มีอุปสรรคทางพันธุกรรมในการบริโภคผักใบเขียว
Value Proposition	ส่งมอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (เช่น Flavonoids, Glucosinolates) ได้ครบถ้วน โดยไม่มีกำแพงด้านรสชาติ

Product Concept 3: อาหารว่างสนับสนุน Metabolic Health & Glycemic Response

Biological & Phenotypic Insight



ยีนสำคัญเช่น TCF7L2, FTO, และ PPARG มีบทบาทโดยตรงในการเผาผลาญกลูโคส ไขมัน และการควบคุมการรับพลังงาน

สารอาหารบางชนิดทำหน้าที่เป็นลิแกนด์ (Ligands) กระตุ้นปัจจัยการถอดรหัส (Transcription factors) เพื่อลดการอักเสบและปรับปรุงความไวต่ออินซูลิน

Food Industry Application



Concept	อาหารว่างดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low GI Snack) ที่เสริมสารสกัดจากพืชที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์
Functional Ingredients	Epigallocatechin gallate (EGCG): กระตุ้นเส้นทาง AMPK / Anthocyanin: ลดการแสดงออกของเอนไซม์สร้างกลูโคสในตับ
Claim Strategy	มุ่งเน้น 'การสนับสนุนการเผาผลาญปกติ' (Metabolic Support) หลีกเลี่ยงการเคลมว่ารักษาโรคเบาหวานอย่างเด็ดขาด

Product Concept 4: ผลิตภัณฑ์สนับสนุน DHA และ Methyl Donors สำหรับหญิงตั้งครรภ์

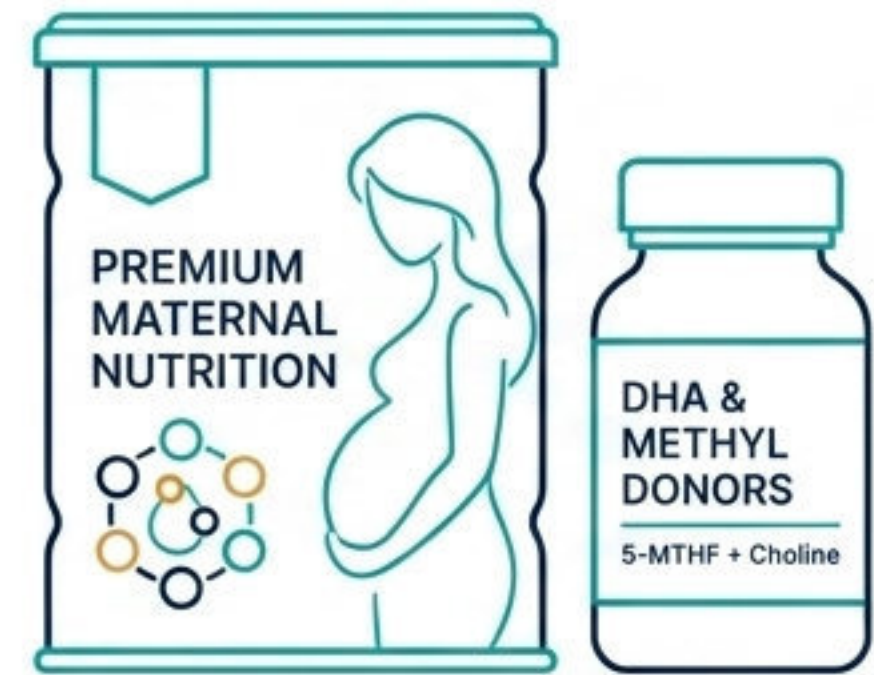
⚠️ Product Concept - Not a Medical Treatment

Biological & Phenotypic Insight



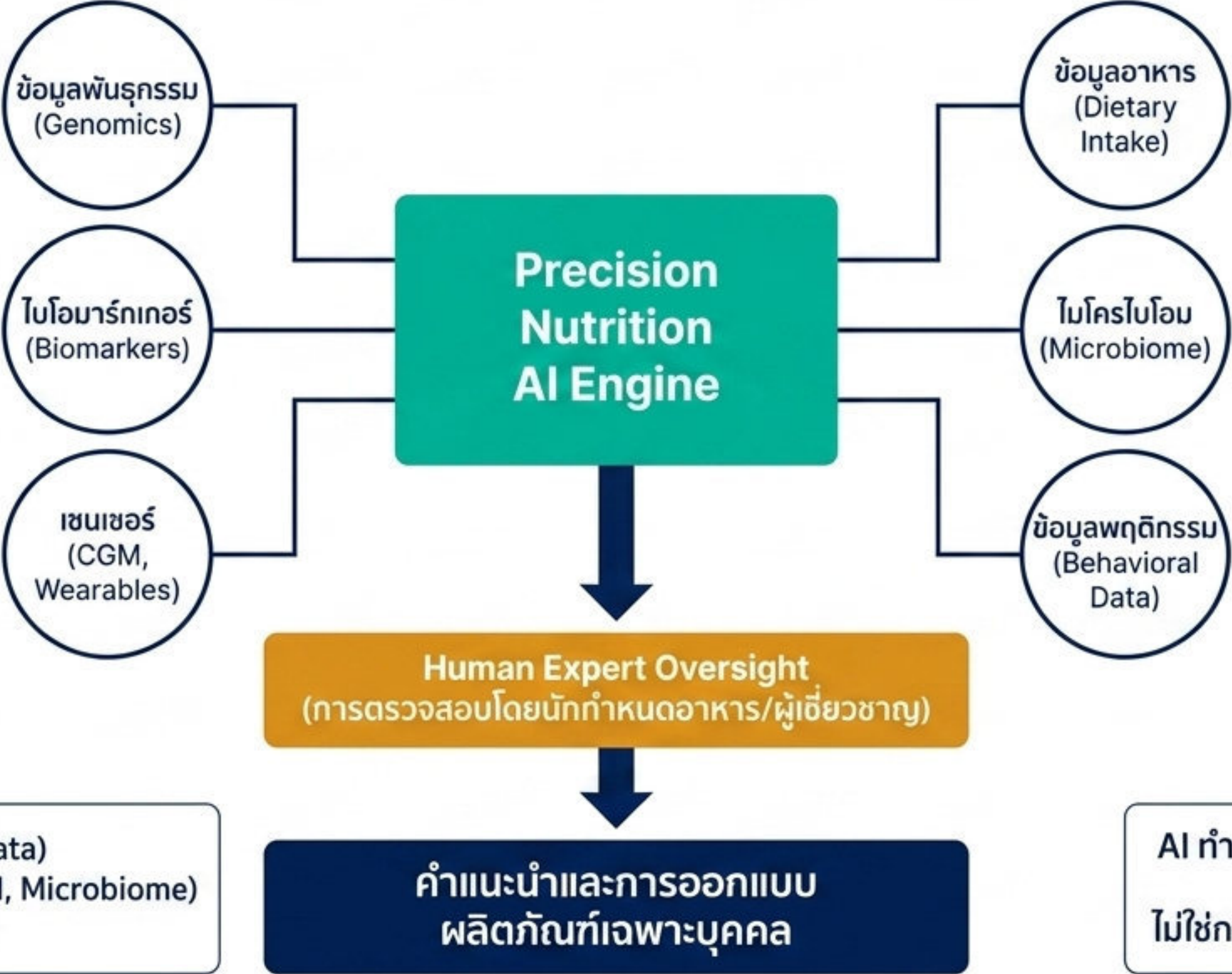
- การเมทิลเลชันของ DNA (DNA Methylation) ต้องการสารอาหารเป็นสับสเตรต (เช่น โฟเลต, B12, โคสีน)
- การกลายพันธุ์ของยีน MTHFR ลดประสิทธิภาพการเผาผลาญโฟเลต เพิ่มความเสี่ยงความผิดปกติของท่อประสาท
- โภชนาการมารดาสามารถเหนี่ยวนำการเปลี่ยนแปลงเอพิเจเนติกส์ที่ถ่ายทอดข้ามรุ่นไปยังทารกได้

Food Industry Application



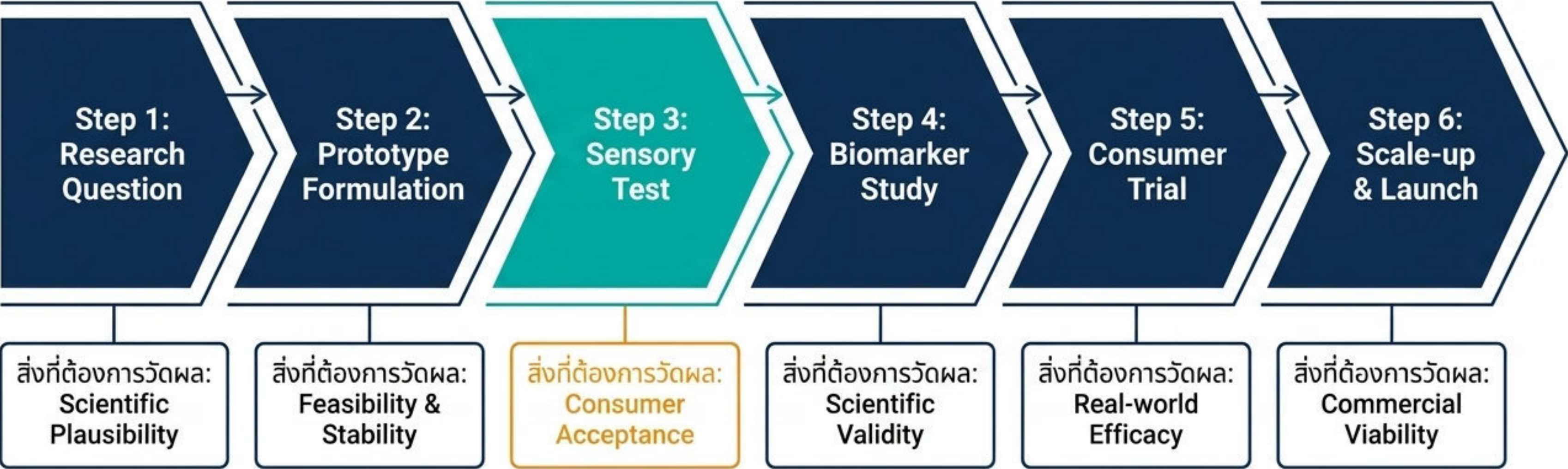
Concept	ผลิตภัณฑ์นมหรืออาหารเสริมสำหรับมารดาที่พาสาน DHA, Active Folate (5-MTHF), และ Choline
Design Rationale	ใช้รูปแบบโฟเลตที่ร่างกายนำไปใช้ได้ทันที ชำบข้อจำกัดของยีน MTHFR และเสริมโคสีนเพื่อการเมทิลเลชันที่สมบูรณ์
Impact	สนับสนุนพัฒนาการทางระบบประสาทและสร้างพื้นฐานสุขภาพระยะยาว (Nutriepigenomics)

Data-driven Nutrition Platform: สถาปัตยกรรมข้อมูลเพื่อโภชนาการแม่นยำ



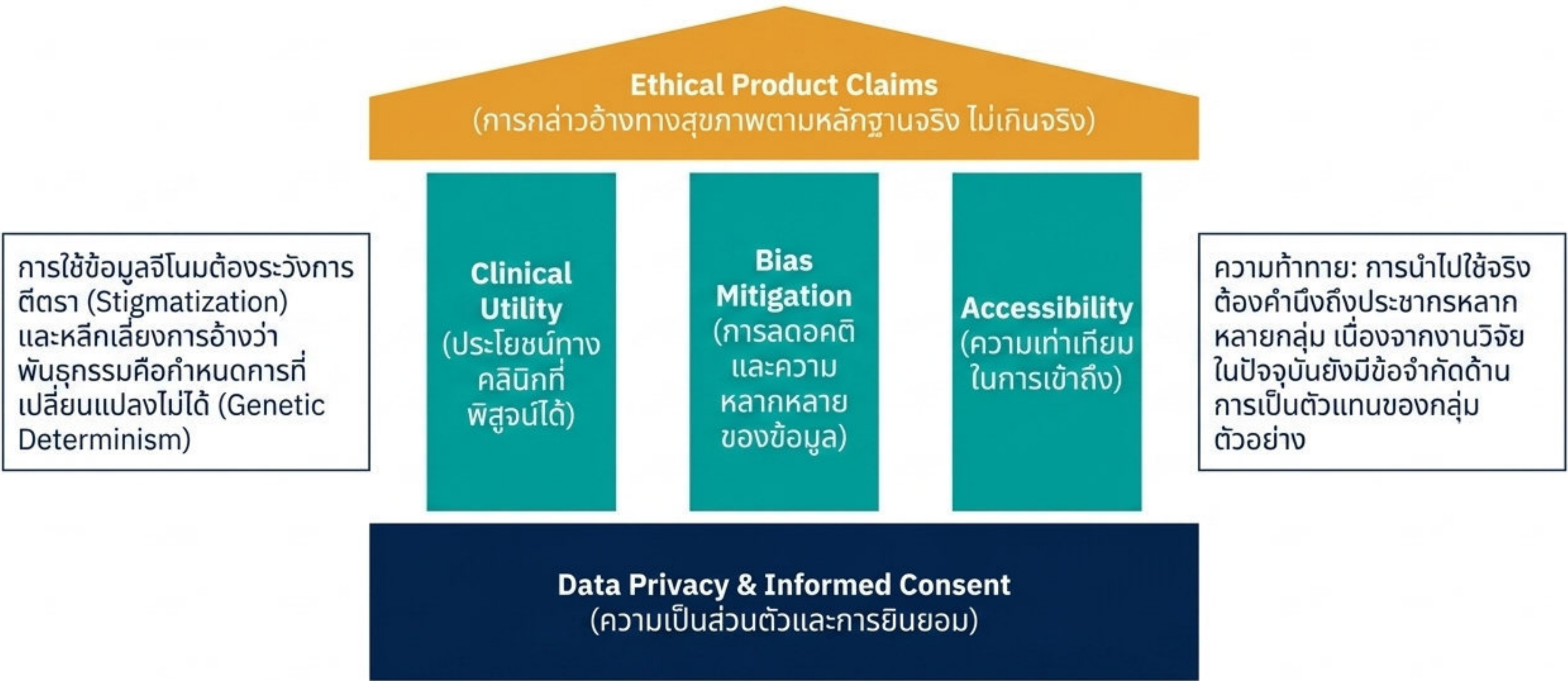
Product Validation Pipeline: จากสมมติฐานสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

 **ข้อควรระวัง:**
ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดในทางชีวเคมี จะล้มเหลวทันทีหากไม่ผ่านด่าน Sensory Test (Consumer Acceptance)



การทดสอบต้องใช้วิธีการที่เป็นมาตรฐาน (Standardized methods) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลและทำข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง

Responsible Innovation: จริยธรรมและกรอบความรับผิดชอบ



จริยธรรมและกฎหมายข้อมูลส่วนบุคคล (ELSI & PDPA)

Data Lifecycle

Data Security & Governance
ต้องใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการแยกข้อมูลระบุตัวตน (De-identification) ออกจากผลตรวจทางชีวภาพ

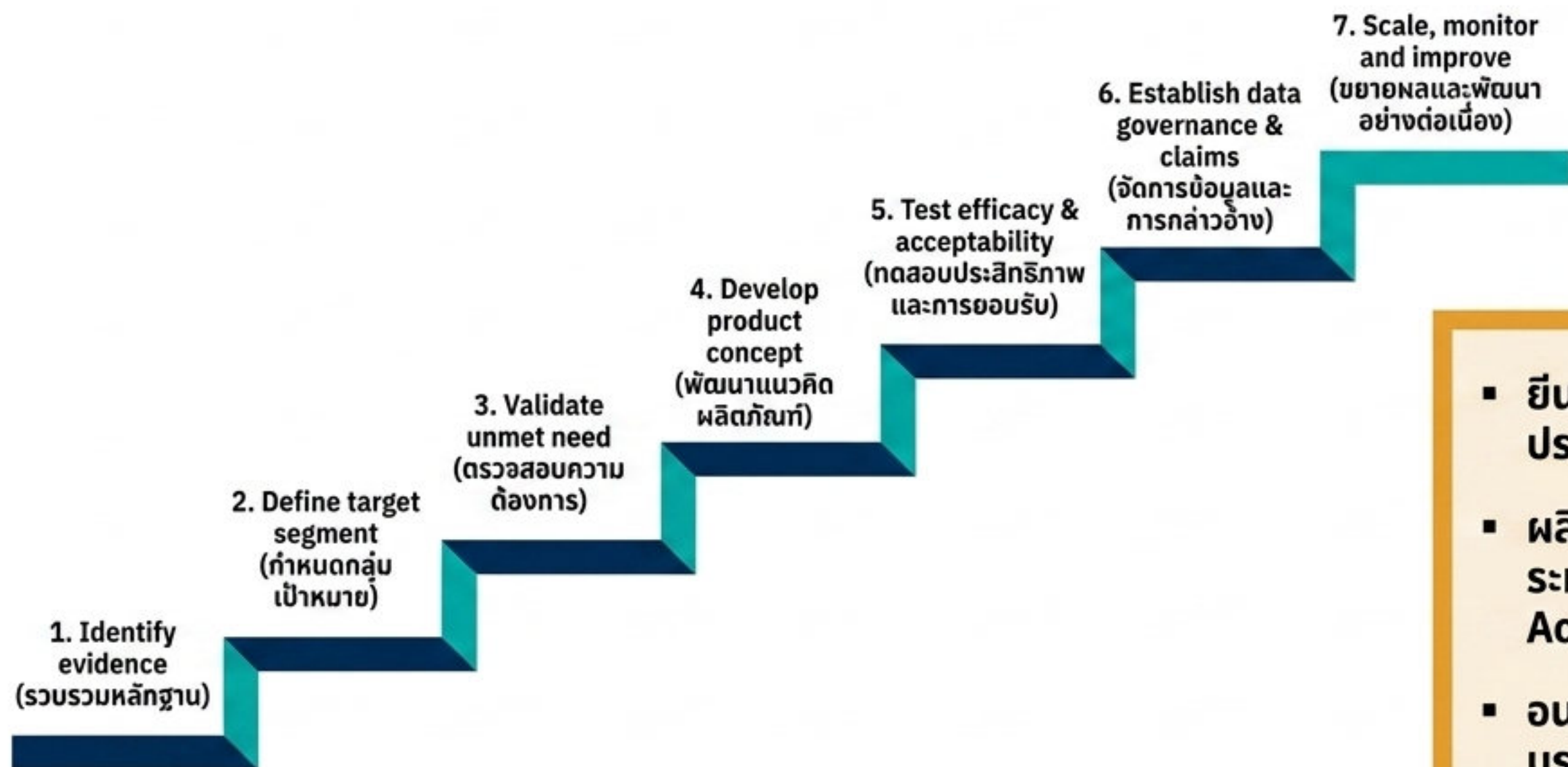


Informed Consent
ความยินยอมที่ได้รับการบอกกล่าว: ต้องมีความโปร่งใสและชัดเจนในการขอความยินยอมเพื่อจัดเก็บ วิเคราะห์ และทำลายตัวอย่าง DNA

DNA as Sensitive Data
ข้อมูลพันธุกรรมจัดเป็น “ข้อมูลส่วนบุคคลที่มีความอ่อนไหวสูง” (Sensitive Personal Data) ที่ต้องได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย PDPA

From Research to Business:

แนวทางจากห้องปฏิบัติการสู่อุตสาหกรรม



- ยืนช่วยเพิ่มความแม่นยำ แต่ไม่ใช่ข้อมูลเพียงประเภทเดียวในการตัดสินใจ
- ผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จต้องมีสมดุลระหว่าง Scientific Validity, Consumer Acceptance และ Business Feasibility
- อนาคตของ Personalized Nutrition คือการบูรณาการ Multi-omics, Real-time data และ AI อย่างมีความรับผิดชอบและมีจริยธรรม



THANK YOU!

pradtana.tap@mahidol.ac.th