



# การออกแบบสูตรอาหารสัตว์เลี้ยง: สมดุลแห่งโภชนาการและความยั่งยืนอย่างลงตัว

พุธ 23 กรกฎาคม 2568 เวลา 9.45-10.45 น.  
Novotel Bangkok Future Park Rangsit

รศ.น.สพ.ดร.อรรถวิทย์ โภวิทวี

บริษัท เคยู เวิช อินโนว่า นูทริแคร์ จำกัด คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





# หัวข้อการบรรยาย

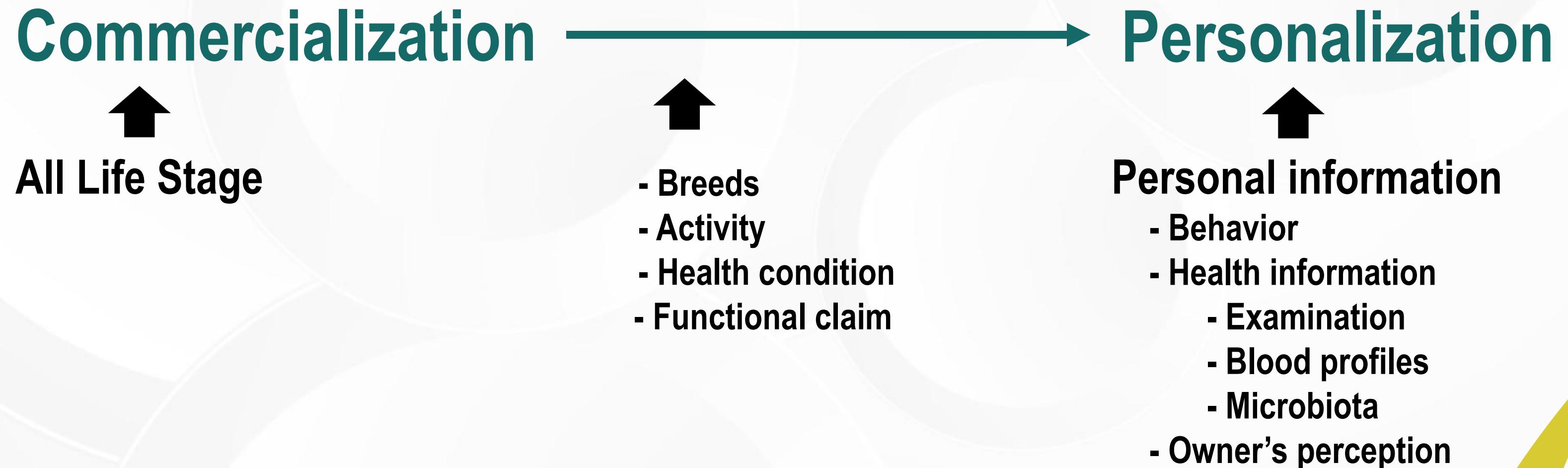
1. การออกแบบสูตรอาหารสัตว์เลี้ยงตามความต้องการเฉพาะด้าน
2. การปรับสมดุลจุลทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร
3. การเสริมโปรตีนทางเลือกสู่การพัฒนาอาหารสัตว์เลี้ยงระดับพรีเมียม

# Do you believe in personalization?



Is it possible to provide a single diet formula for

- Dog and Cat ?
- Young, Adult and Senior animals ?
- Healthy and illness condition ?



# Key concepts for animal nutrition



↳ Physiological, Chemical and Biological hazard

Safety → Palatability → Digestibility → Nutrients → Functional properties → Sustainability

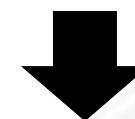


Type of diets: Dry, Wet, Semi-moist, BARF, Homecook & Others



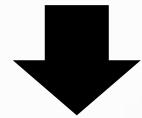
Raw materials +/- Supplements are **formulated** and **processed** in appropriate ratios to meet

**Nutrient requirements**, with feeding carried out at suitable **amounts** and using appropriate **methods**.



- Healthy condition (  **AAFCO**,  **fEDIAF**, Hands 2010)
- Clinical nutrition (KNF: Hands 2010, PANUT)
- Research publication
- Personal knowledge & Experience

- **Free-choice** (*Ad libitum*, Self-feeding)
- **Portion-controlled feeding**



# แนวทางการออกแบบสูตรอาหารสัตว์เลี้ยงตามความต้องการเฉพาะด้าน



ผู้ประกอบการ (เจ้าของ)



โรงพยาบาล, R&D และห้องที่ปรึกษา

## 1. ข้อมูลของผลิตภัณฑ์

### 1.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ (เพื่อคัดเลือกโรงงาน)

- วิเคราะห์ตลาด, Pain point ที่เกิดขึ้น, พัฒนาต่อยอดจากผลิตภัณฑ์ในตลาด

### 1.2 ข้อบ่งใช้ ของผลิตภัณฑ์ (เพื่อคัดเลือกโรงงาน กำหนดเลขทะเบียน วิธีการใช้)

- วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์

### 1.3 คุณลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์ (การอวดอ้างหรือเคลม)

- ชนิดสัตว์ ช่วงอายุ และกิจกรรม (กำหนดค่าองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณการกิน)

- เคลม ที่ องค์ประกอบทางเคมี (Low calories, Low fat and others)

- เคลม ที่ วัตถุดิบ (Single protein, Natural claim, Non-GMO)

- เคลม ที่ Functions (Improve immunity, gut health, calm down)

- องค์ประกอบทางเคมี วัตถุดิบ และหีอสารเสริม (อ้างงานวิจัยหรือทดสอบจริง)

### 1. กำหนดวัตถุดิบ

### 2. กำหนดความต้องการทางโภชนาการ

### 3. กำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

### 4. ข้อมูลสำหรับการเคลมคุณสมบัติ

### 5. สร้างสูตรอาหาร และนำเสนอคุณค่าทางโภชนาการ (คำนวณหรือตรวจ)

### 6. ผลิต ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและพัฒนา

### 7. ยืนยัน จากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

### 8. ตรวจวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมี และหีอสารเพื่อการทดสอบ

### 9. ขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์

### 10. ดำเนินการผลิตเพื่อขาย

## 2. ข้อควรสอบถามโรงงาน

- สิทธิของสูตรอาหาร, นำวัตถุดิบเข้าได้หรือไม่, ค่าทำตัวอย่างทดสอบ, ค่าที่ปรึกษา, ขั้นต่ำการผลิต (MOQ)

ของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์, การเก็บและขนส่งสินค้า, อายุการเก็บรักษา, ความยั่งยืนของวัตถุดิบที่ใช้

ผู้ประกอบการ (เจ้าของ) มีความต้องการดังต่อไปนี้

## 1. ข้อมูลของผลิตภัณฑ์

### 1.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

- ต้องการทำ อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสุนัข

### 1.2 ข้อบ่งใช้ ของผลิตภัณฑ์

- ใช้เป็นอาหารมือหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ

### 1.3 คุณลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์ (การอวดอ้างหรือเคลม)

- สุนัขแก่ และมีกิจกรรมน้อย

- เคลม ที่ องค์ประกอบทางเคมี Low calories และ Low fat

- เคลม ที่ วัตถุดิบ สูตรสัตว์น้ำ และ Grain free diet

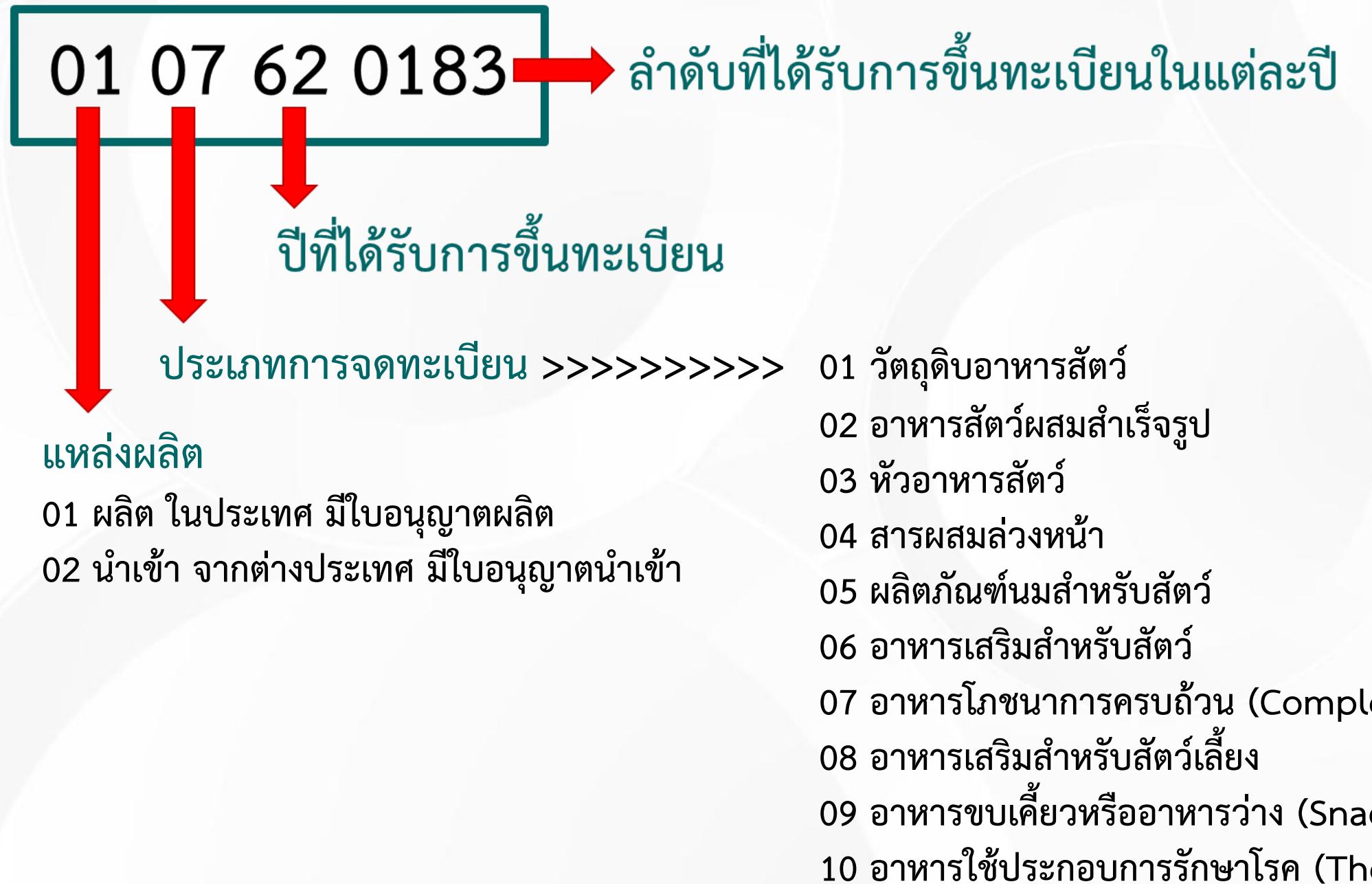
- เคลม ที่ Functions Calm down



# ตัวอย่างกรณีศึกษา

- อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสูตร ใช้เป็นอาหารมื้อหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ
- สูตรแก่ และมีกิจกรรมน้อย
- เคลม Low calories และ Low fat, สูตรสัตว์น้ำ และ Grain free diet, Calm down

## 1. กำหนดระยะเวลาเปลี่ยนอาหารสัตว์



# ตัวอย่างกรณีศึกษา

- อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสูตร ใช้เป็นอาหารเมื่อหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ
- สูตรแก่ และมีกิจกรรมน้อย
- เคลม Low calories และ Low fat, สูตรลักษณะ และ Grain free diet, Calm down



## 2. กำหนดองค์ประกอบทางเคมี

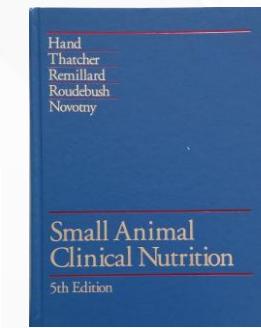
Table 14-2. Key nutritional factors for foods for mature dogs.

Factors	Recommended food levels*	
	Normal weight and body condition	Inactive/obese prone
Water	Free access	Free access
Energy density (kcal ME/g)	3.0-4.0	3.0-3.5
Energy density (kJ ME/g)	12.5-16.7	12.5-14.6
Crude fat (%)	10-15	7-10
Crude fiber (%)**	≥2	≥10
Protein (%)	15-23	15-23
Phosphorus (%)	0.3-0.7	0.3-0.7
Sodium (%)	0.15-0.4	0.15-0.4
Chloride (%)	1.5 x Na	1.5 x Na
Antioxidants (amount/kg food)		
Vitamin E (IU)	400	400
Vitamin C (mg)	≥100	≥100
Selenium (mg)	0.5-1.3	0.5-1.3
Food texture (VOHC Seal of Acceptance)	Reduced plaque accumulation	Reduced plaque accumulation

Key: kcal = kilocalories, kJ = kilojoules, ME = metabolizable energy, VOHC = Veterinary Oral Health Council Seal of Acceptance (Chapter 47).

\*All foods expressed on a dry matter basis unless otherwise noted. If the caloric density of the food is different, the nutrient content in the dry matter must be adapted accordingly (Chapter 1).

\*\*Crude fiber measurements underestimate total dietary fiber levels in food.



Nutrient	Units DM Basis	AAFCO Dog Food Nutrient Profiles Based on Dry Matter <sup>a</sup>		
		Growth and Reproduction Minimum	Adult Maintenance Minimum <sup>b</sup>	Adult Maximum
Crude protein	%	22.5	18.0	
Arginine	%	1.0	0.51	
Histidine	%	0.44	0.19	
Isoleucine	%	0.71	0.38	
Leucine	%	1.29	0.68	
Lysine	%	0.90	0.63	
Methionine	%	0.35	0.33	
Methionine-cystine	%	0.70	0.65	
Phenylalanine	%	0.83	0.45	
Phenylalanine-tyrosine	%	1.30	0.74	
Threonine	%	1.04	0.48	
Tryptophan	%	0.20	0.16	
Valine	%	0.68	0.49	
Crude fat <sup>c</sup>	%	8.5	5.5	
Linoleic acid	%	1.3	1.1	
alpha-Linolenic acid	%	0.08	ND <sup>d</sup>	
Eicosapentaenoic + Docosahexaenoic acid	%	0.05	ND <sup>d</sup>	
(Linoleic + Arachidonic):(alpha-Linolenic + Eicosapentaenoic + Docosahexaenoic) acid ratio			30:1	
Minerals				
Calcium	%	1.2	0.5	2.5 (1.5)
Phosphorus	%	1.0	0.4	1.5 (0.8)



# ตัวอย่างกรณีศึกษา

- อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสูนัข ใช้เป็นอาหารเมื่อหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ
- สูนัขแก่ และมีกิจกรรมน้อย
- เคลม Low calories และ Low fat, สูตรสัตว์น้ำ และ Grain free diet, Calm down



## 3. การเคลม (Low calories, Low fat, สูตรสัตว์น้ำ, Grain free) และวัตถุดิบ

- วัตถุดิบโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เยื่อไช วิตามินและแร่ธาตุ



Term	AAFCO Definition <sup>1</sup>
Light/lite/low calorie*	Contains < 3,100 kcal metabolizable energy (ME)/kg for products containing < 20% moisture
	Contains < 2,500 kcal ME/kg for products containing 20–65% moisture
	Contains < 900 kcal ME/kg for products containing > 65% moisture
Lean/low fat <sup>§</sup>	Contains < 9% crude fat for products containing < 20% moisture
	Contains < 7% crude fat for products containing 20–65% moisture
	Contains < 4% for products containing > 65% moisture



# ตัวอย่างกรณีศึกษา

- อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสูตร ใช้เป็นอาหารเมื่อหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ
- สูตรแก่ และมีกิจกรรมน้อย
- เคลม Low calories และ Low fat, สูตรลักษณะน้ำ และ Grain free diet, Calm down



## 3. การเคลม (Calm down) โดยการใช้สารเสริม

### - รูปแบบการทดสอบ สารที่ใช้ ปริมาณการใช้ และผลจากการใช้

#### RESEARCH

### Effects of prescription diet on dealing with stressful situations and performance of anxiety-related behaviors in privately owned anxious dogs

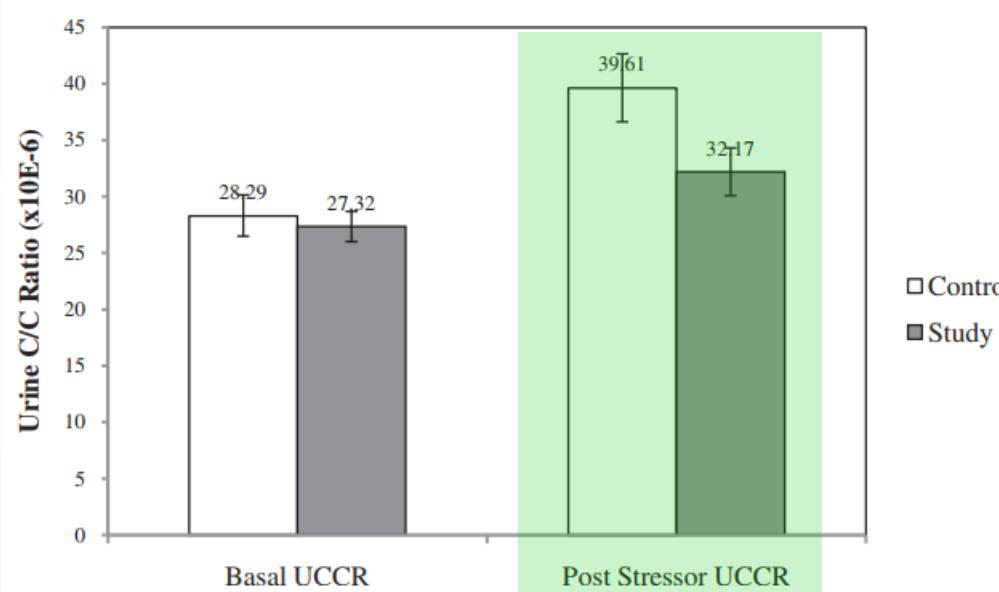
Maki Kato<sup>a</sup>, Kazuki Miyaji<sup>b</sup>, Nobuyo Ohtani<sup>b</sup>, Mitsuaki Ohta<sup>b</sup>

**Abstract** The objectives of this study were to evaluate the effects of a diet (CALM CANINE) supplemented with alpha-casozepine and L-tryptophan on the stress response of anxious dogs with a focus on anxiety-related behavioral parameters and physiological parameters. Forty-four privately owned dogs were first fed with the control diet, followed by the study diet, each for an 8-week period, with a transitional period of 1 week between the diets. After 7 weeks on a particular diet, owners reported their dogs' behavior by filling out a questionnaire. Using the Canine Behavioral Assessment and Research Questionnaire, the effect of the study diet was found to be significant for 4 anxiety-related behavioral parameters, possibly mirroring a placebo effect. After 7 weeks on each diet, the urine cortisol-to-creatinine ratio (UCCR) was measured to assess the stress response to a visit to a veterinary practice for toenail clipping. UCCR was measured to complement the interpretation of behavioral data with regard to the stress susceptibility of the dogs. A positive correlation was found between baseline UCCR, as measured in the home situations, and poststressor UCCR. The stressor-induced increase was significantly lower in the dogs when they were fed the study diet than earlier when they were fed the control diet. The supplementation of casozepine or the proportion of protein in a given diet could have been a determining factor. The study diet seems to improve the ability of an individual to cope with stress and may reduce anxiety-related behavior in anxious dogs.

© 2012 Elsevier Inc. All rights reserved.

#### Dietary treatments

The study diets and control diets for individual dogs were packaged in white paper bags labeled "Food A" and "Food B." Thus, the content of each diet was unknown to the dog owner throughout the study. Royal Canin's SELECT SKIN CARE VETS PLAN (Japan) was used as the control diet. The analyzed nutrient composition of the diets is shown in Table 1. The ratios of tryptophan to LNAAs of study diet and control diet were 0.048 and 0.043, respectively. Each diet was administered for an



**Figure** Means and standard errors (SEM) of urine cortisol-to-creatinine ratio (UCCR) for dogs that were fed the control diet and the study diet ( $n = 28$ ). The comparison of the basal UCCR and UCCR after travelling to a veterinary practice was performed using a Wilcoxon test ( $P = 0.04$ ).

**Table 1** Analyzed nutrient composition of the diets

Nutrients (g/kg dry matter)	Diet	
	Study <sup>a</sup>	Control <sup>b</sup>
Dry matter (g/kg)	920.0	920.0
Ash	78.26	56.52
Nitrogen-free extract <sup>c</sup>	459.78	541.30
Protein	271.74	239.13
Fat	173.91	152.17
Crude fiber	16.3	10.87
Linoleic acid	35.65	41.30
Arachidonic acid	0.76	0.54
Isoleucine	9.78	10.11
Leucine	18.7	17.5
Phenylalanine	10.43	8.26
Tyrosine	8.37	9.02
Valine	12.07	12.5
Tryptophan	3.04	2.83
Alpha-casozepin	1.35	0

<sup>a</sup>Study diet, Royal Canin's CALM CANINE.

<sup>b</sup>Control diet, Royal Canin's SELECT SKIN CARE VETSPLAN (JPN).

<sup>c</sup>Calculated N-free extract.

# ตัวอย่างกรณีศึกษา

- อาหารครบถ้วนทางโภชนาการในรูปแบบของฟรีซดรายในสุนัข ใช้เป็นอาหารมื้อหลัก จัดเก็บในช่องสูญญากาศ
- สุนัขแก่ และมีกิจกรรมน้อย
- เคลม Low calories และ Low fat, สูตรลัตว์น้ำ และ Grain free diet, Calm down



## 3. การเคลม (Calm down) โดยการใช้สารเสริม



### Dog

- **Alpha-casozepine (15 mg/kg BW)**
- **Tryptophan (5.7g/kg DM)**
- **L-theanine (50-200 mg/day)**
- **Medium chain triglyceride (5.5%)**
- **Fish hydrolysate + melon juice**
- ***Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 at  $1 \times 10^6$  CFU/g DM**
- ***Saccharomyces boulardii* at  $1 \times 10^9$  CFU/g DM**



# แนวทางพัฒนาสูตรอาหาร

1. กำหนดทะเบียนอาหารสัตว์
2. กำหนดองค์ประกอบทางเคมีและวัตถุดิบ
3. การอวดอ้างหรือการเคลม
4. ความยั่งยืน ?



# หัวข้อการบรรยาย

1. การออกแบบสูตรอาหารสัตว์เลี้ยงตามความต้องการเฉพาะด้าน
2. การปรับสมดุลจุลทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร
3. การเสริมโปรตีนทางเลือกสู่การพัฒนาอาหารสัตว์เลี้ยงระดับพรีเมียม

# Microbiome vs Microbiota



**Microbiome** = Community of **all microbes** recovered from a **particular habitat or ecosystem**.

→ Bacteria, archaea, fungi, protozoa & viruses

- Outer surface (Biofilm)
- Internal organs

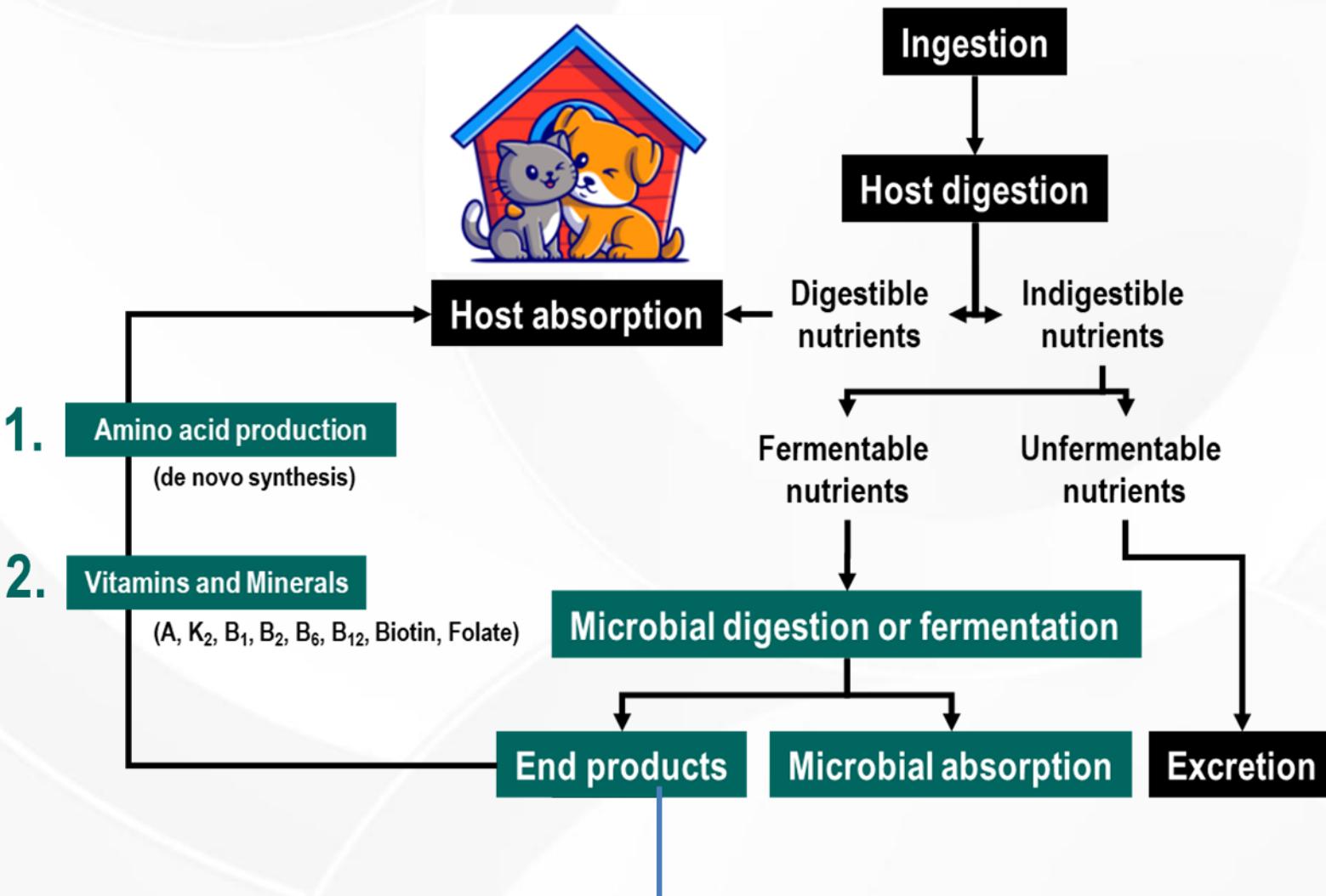
**Microbiome** = **Microbiota** + Functions + Interaction + Metabolites

→ The individual microbes that can be found in a microbiome community.

# Function of Gastrointestinal microbiome



## 1. Metabolic functions



## 3. Short chain fatty acids (Resistance starch, fiber & proteins)

- Butyric acid → Primary energy for colonocyte, Anti-cancer activity
- Propionic acid → Energy for epithelial cells, Reduce hepatic glucose production
- Acetic acid → Energy for peripheral tissues, Metabolism of cholesterol and lipogenesis

## 4. Ceramide → Normal apoptosis → Prevent neoplasia

## 5. Deconjugate bile acids

## 6. Gas production

- $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  → Excretion
- Odiferous from protein putrefaction

## 2. Structural functions

- Indole from AA degradation → **Junctional complex integrity + Mucin production**  
(Tight junctions, adherent junction & desmosomes)

## 7. Bacteriocin → Antimicrobial effects & Prevent antibiotic resistance bacteria

## 8. Quorum-sensing autoinducers

- Self-regulation between bacteria and their behavior

## 3. Protective function

## 9. Induce immunoglobulin A production → Killing pathogens & restrict bacterial translocation

## 10. Signals affects other organs

## 4. Bidirectional axis communication

# Eubiosis vs Dysbiosis



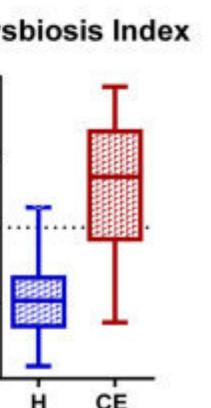
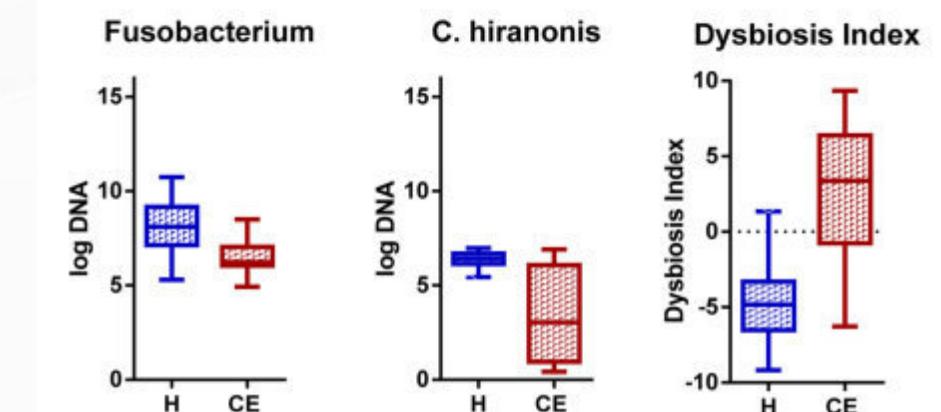
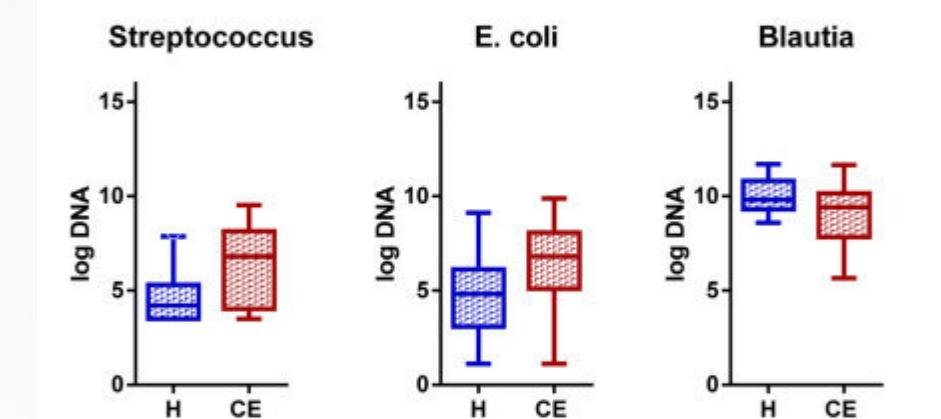
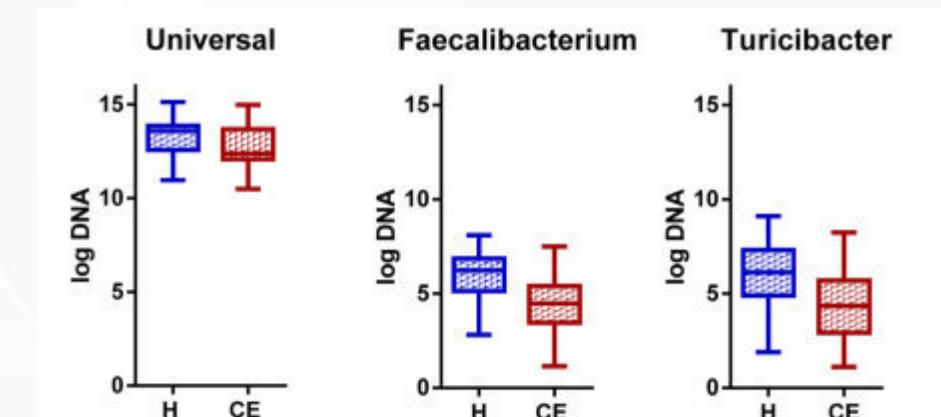
**ATM** **Dysbiosis index** = Quantitative PCR-based assay to assess fecal microbiota in individual animal.

Function	Data expressed log DNA/gram of feces			Change in dysbiosis
	normal in Dogs	normal in Cats		
<b>Faecalibacterium</b>	anti-inflammatory, production of SCFA	3.4 – 8.0	3.8 – 8.4	⬇️
<b>Turicibacter</b>	production of SCFA	4.6 – 8.1	4.4 – 9.0	⬇️
<b>Blautia</b>	production of SCFA	9.5 – 11.0	not measured	⬇️
<b>Fusobacterium</b>	production of SCFA	7.0 – 10.3	not measured	⬇️
<b>Bifidobacterium</b>	production of SCFA	not measured	3.2 – 8.7	⬇️
<b>Bacteroides</b>	production of SCFA	not measured	4.0 – 7.5	⬇️
<b>Clostridium hiranonis</b>	conversion of primary to secondary bile acids	5.1 – 7.1	4.5 – 7.1	⬇️
<b>Streptococcus</b>	overgrowth associated with dysbiosis	1.9 – 8.0	1.6 – 5.2	⬆️
<b>E. coli</b>	pro-inflammatory	0.9 – 8.0	1.4 – 7.0	⬆️

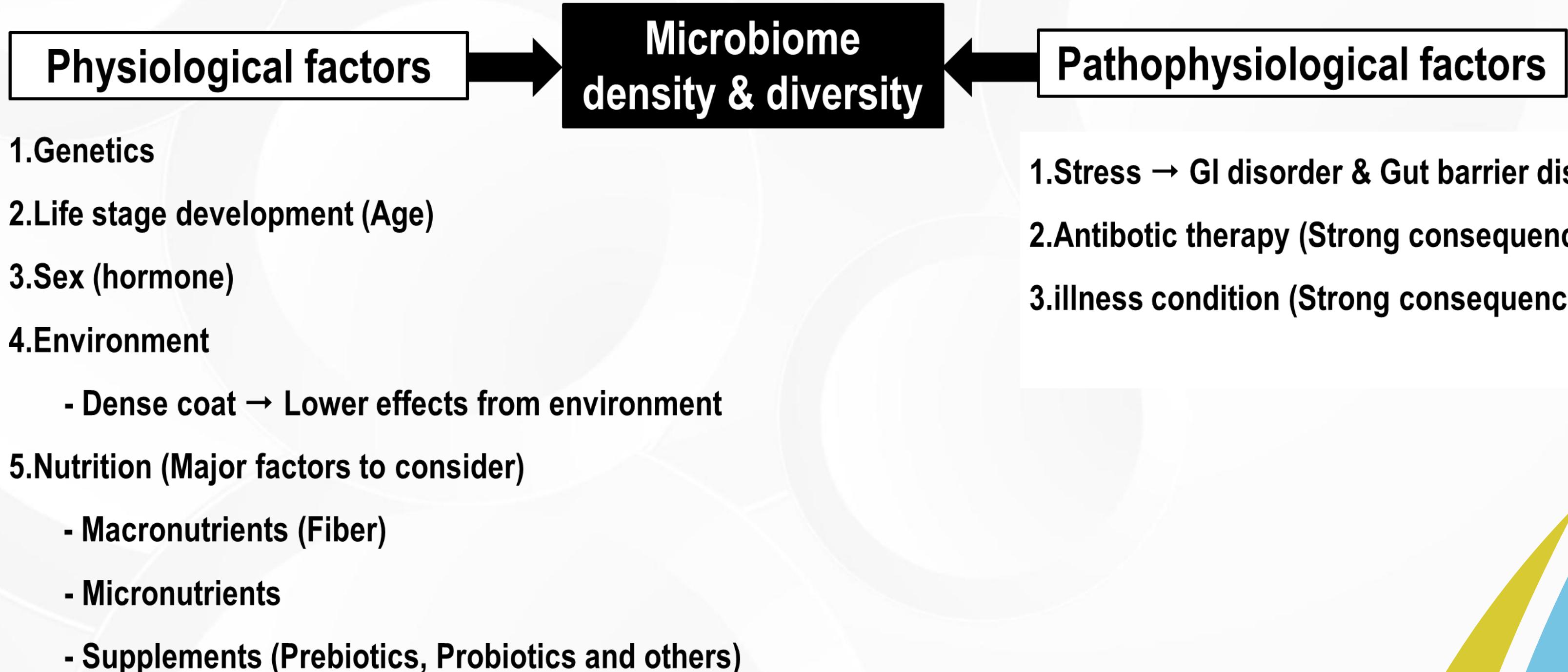
**SCFA** = Short chain fatty acids

Normal < 0  
Mild change 0-2  
Severe change >2

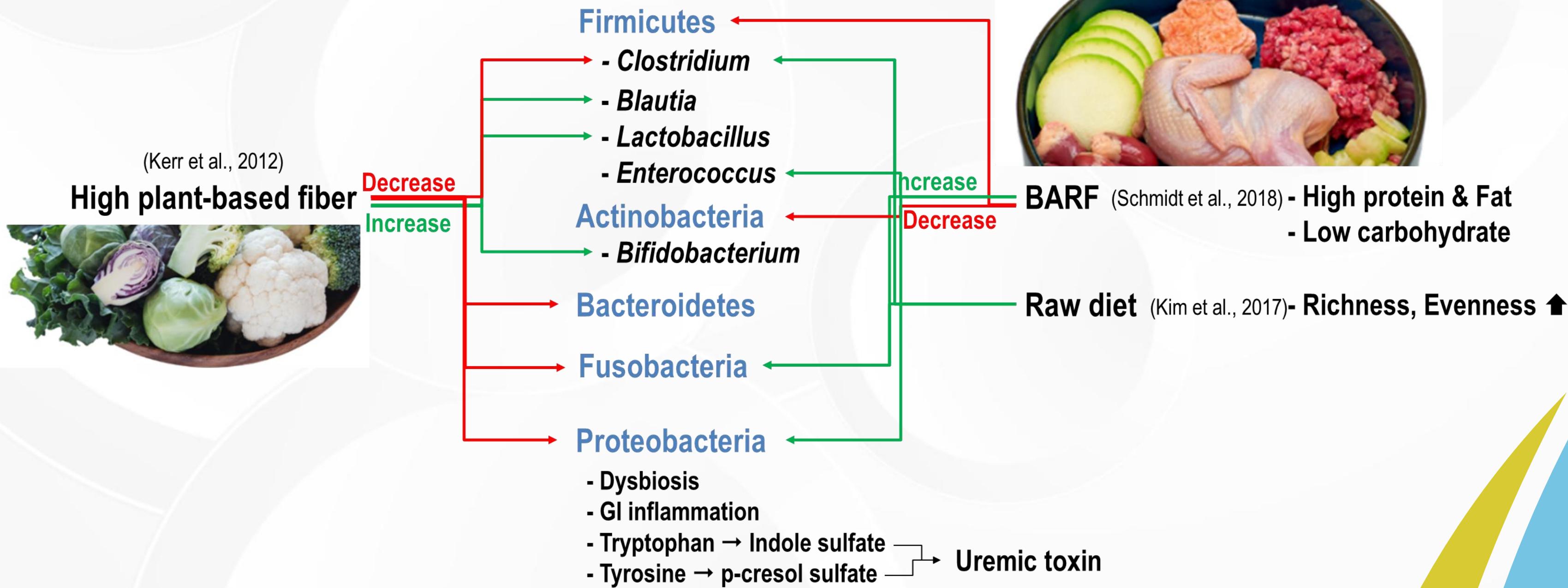
< 0  
0-1  
>1



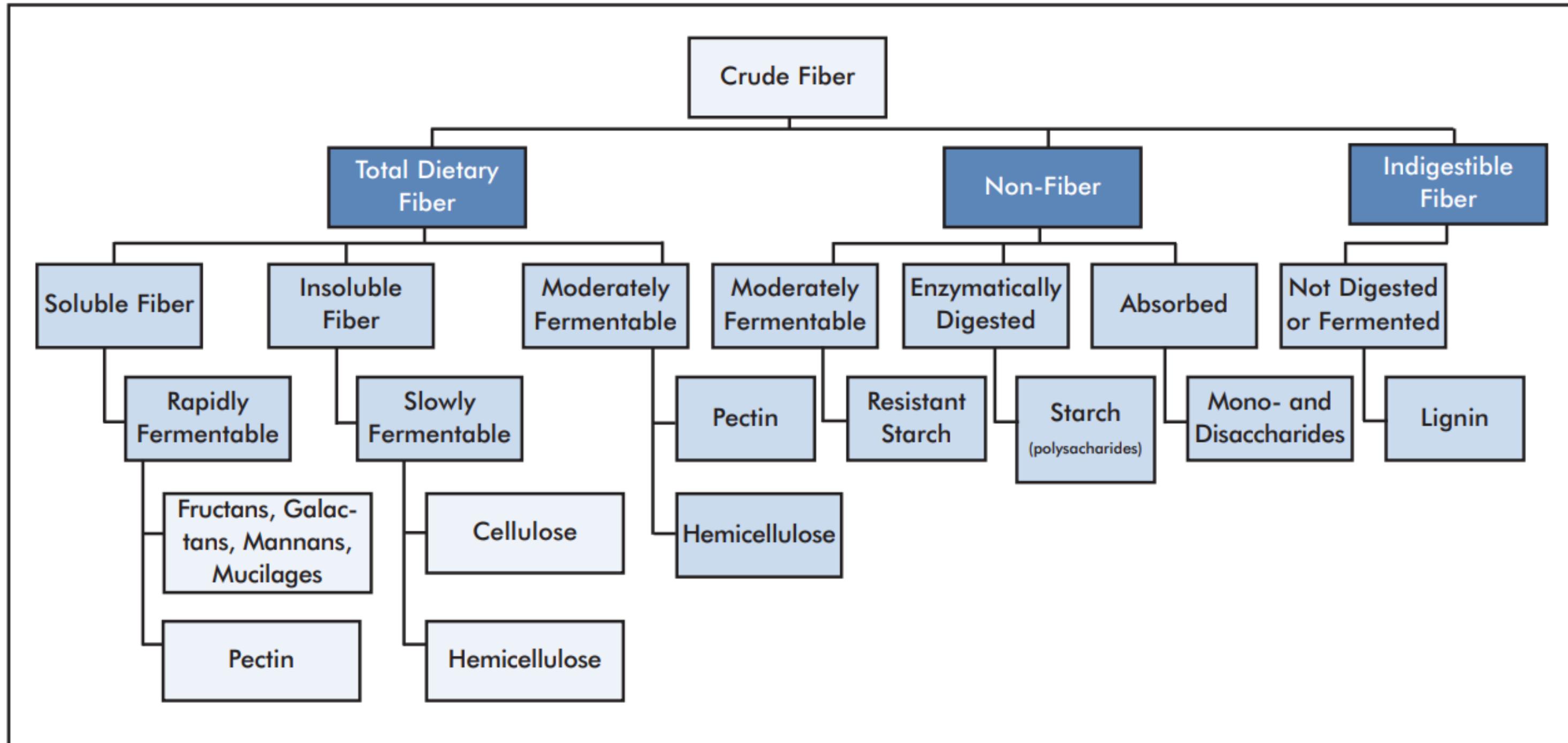
# Influence factors to microbiome



# Nutrition from major nutrients in normal condition



# Carbohydrate classification (Microbiota can utilize nutrients that escape ileal absorption)



**Fig 4.1.1** | Classification of carbohydrates.

# Fiber in small animal nutrition



**Table 1. Classification of fibers based on solubility and fermentability**

	<b>Fermentable</b>	<b>Non-Fermentable</b>
<b>Soluble</b>	Some resistant starches (e.g. wheat dextrin) Some pectins $\beta$ -Glucans Guar gum Partially hydrolyzed guar gum Inulin Fructo-oligosaccharides (FOS) Beet pulp	Methylcellulose Psyllium seed husk
<b>Insoluble</b>	Some pectins Some resistant starches Beet pulp	Cellulose Lignin Wheat bran Psyllium seed husk

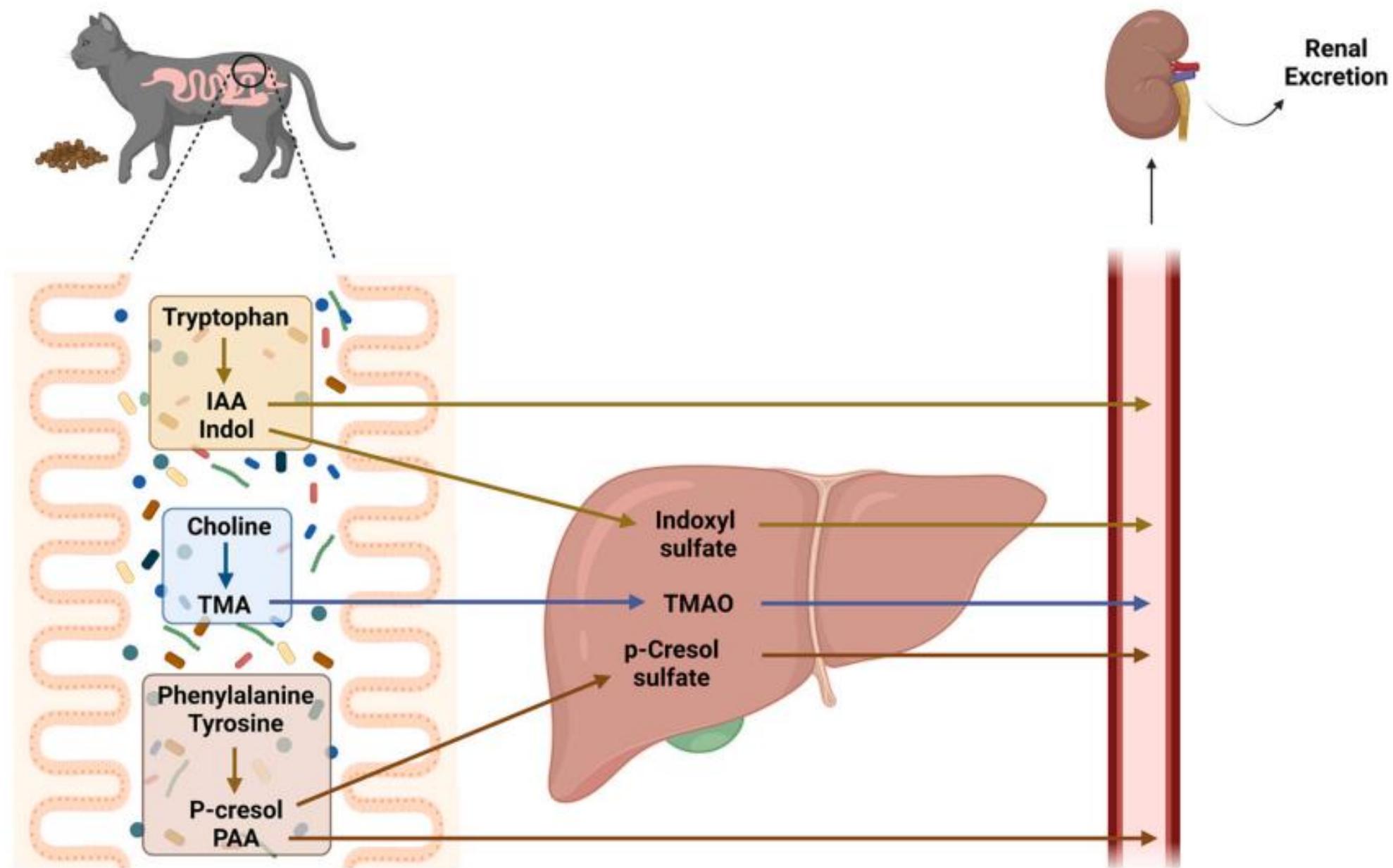
## Function

- **Decrease** gut flow rate  $\rightarrow$  bacterial fermentation
- **High** on bacterial fermentation  $\rightarrow$  Prebiotics
- Gas production

## Function

- Increase fecal output
- **Increase** gut flow rate  $\rightarrow$  Hairball excretion
- **Low or None** on bacterial fermentation
- **Feces hardening (Insoluble) vs Feces softening (Soluble)**
- Stimulate gut contraction
- Decrease energy density  $\rightarrow$  Weight control (Insoluble)
- Interfere digestibility  $\rightarrow$  Diabetes mellitus (Insoluble)

# Uremic toxin and CKD



**Fig. 1.** The biological formation of major gut-derived uremic toxins in the colon. Dietary tryptophan is converted to indole and IAA, dietary choline is converted to TMA, and dietary phenylalanine and tyrosine are converted to p-cresol and PAA by microbes in the colon and absorbed into portal circulation. Indole, TMA, and p-cresol are taken up by hepatocytes and metabolized to indoxyl sulfate, TMAO, and p-cresol sulfate, respectively. IAA and PAA are absorbed directly into systemic circulation. IAA, Indole acetic acid; PAA, Phenyl acetic acid; TMA, Trimethylamine; TMAO, Trimethylamine N-oxide.

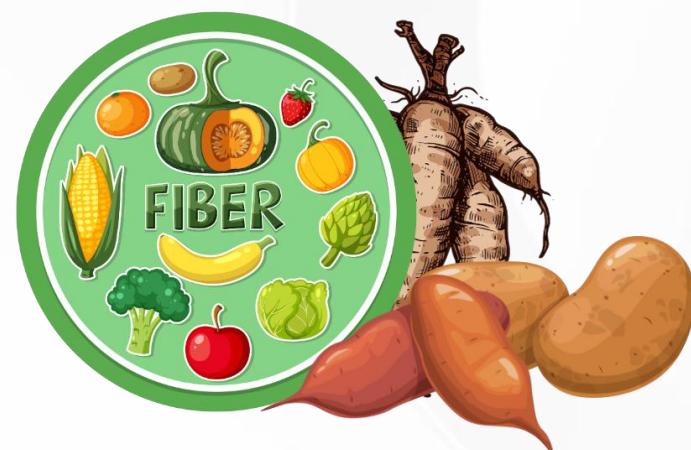
# Other nutrients for gut microbiota

- **Protein**
  - Quantity (the total amount of protein ingested)
    - High protein ➡ Proteobacteria ↑ (*Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella Typhimurium*, and/or *Yersinia enterocolitica*)
    - Pathogens, GI inflammation, Uremic toxin and indole production.
  - Quotient (the ratio of protein to other energy-containing ingredients like carbohydrates)
  - Quality (the digestibility and amino acid composition)
- **Carbohydrate**
  - Simple sugar ➡ ↓ *Prevotella* and *Lachnospiraceae*
    - ➡ ↑ *Bacteroides*, *Alistipes*, *Lactobacillus*, *Clostridium sensu stricto*, *Bifidobacteriaceae*, and *Parasutterella*
  - Simple starch
  - Resistant starch
  - Soluble, Insoluble, fermentable & non fermentable fiber.
- **Fat**
  - Limit study in dogs and cats
- **Vitamins and Minerals**
  - Also, effects on gut microbiota

# Probiotics, Prebiotics, Synbiotics & Postbiotics

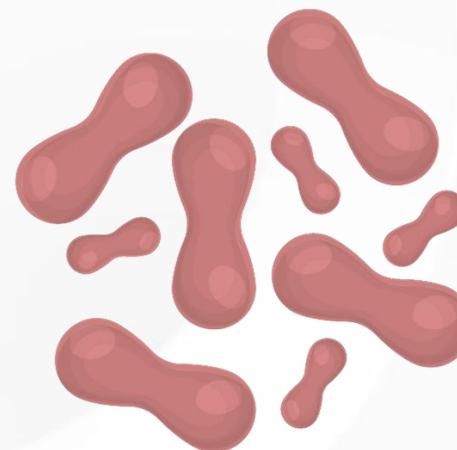


## Prebiotic



A substrate that, is selectively utilized by host microorganisms Conferring a health benefit (Gibson et al., 2017)

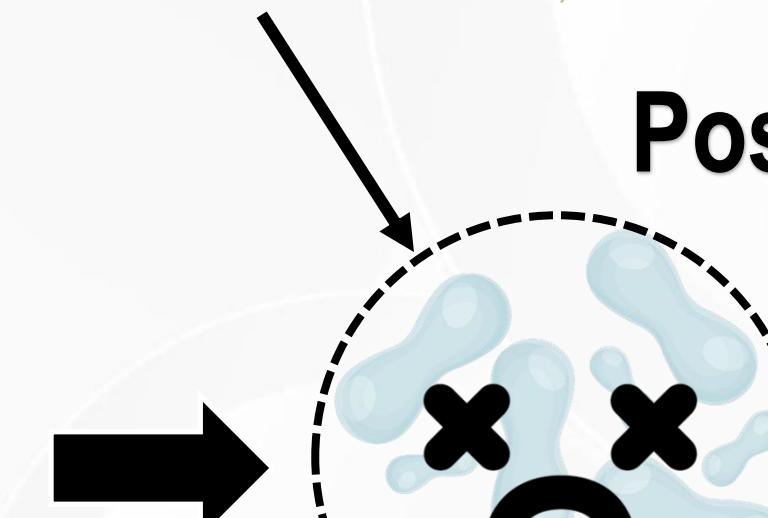
## Probiotic



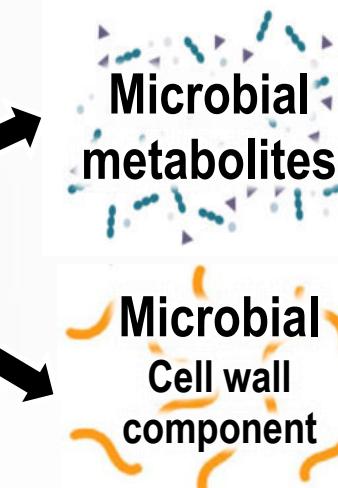
Live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer a health benefit on the host (Hill et al., 2014)

## Paraprobiotics

(Cuevas-González, et al 2020)



## Postbiotic



A preparation of inanimate microorganisms and/or their components (with or without their metabolite) that confers a health benefit on the host (Salminen et al., 2021)

## Host



Provided health benefits to host

## Synbiotic

A mixing comprising live microorganisms and substrate(s) selectively utilized by host Microorganisms that confers a health benefit on the host (Swanson et al., 2020)



# หัวข้อการบรรยาย

1. การออกแบบสูตรอาหารสัตว์เลี้ยงตามความต้องการเฉพาะด้าน
2. การปรับสมดุลจุลทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร
3. การเสริมโปรตีนทางเลือกสู่การพัฒนาอาหารสัตว์เลี้ยงระดับพรีเมียม

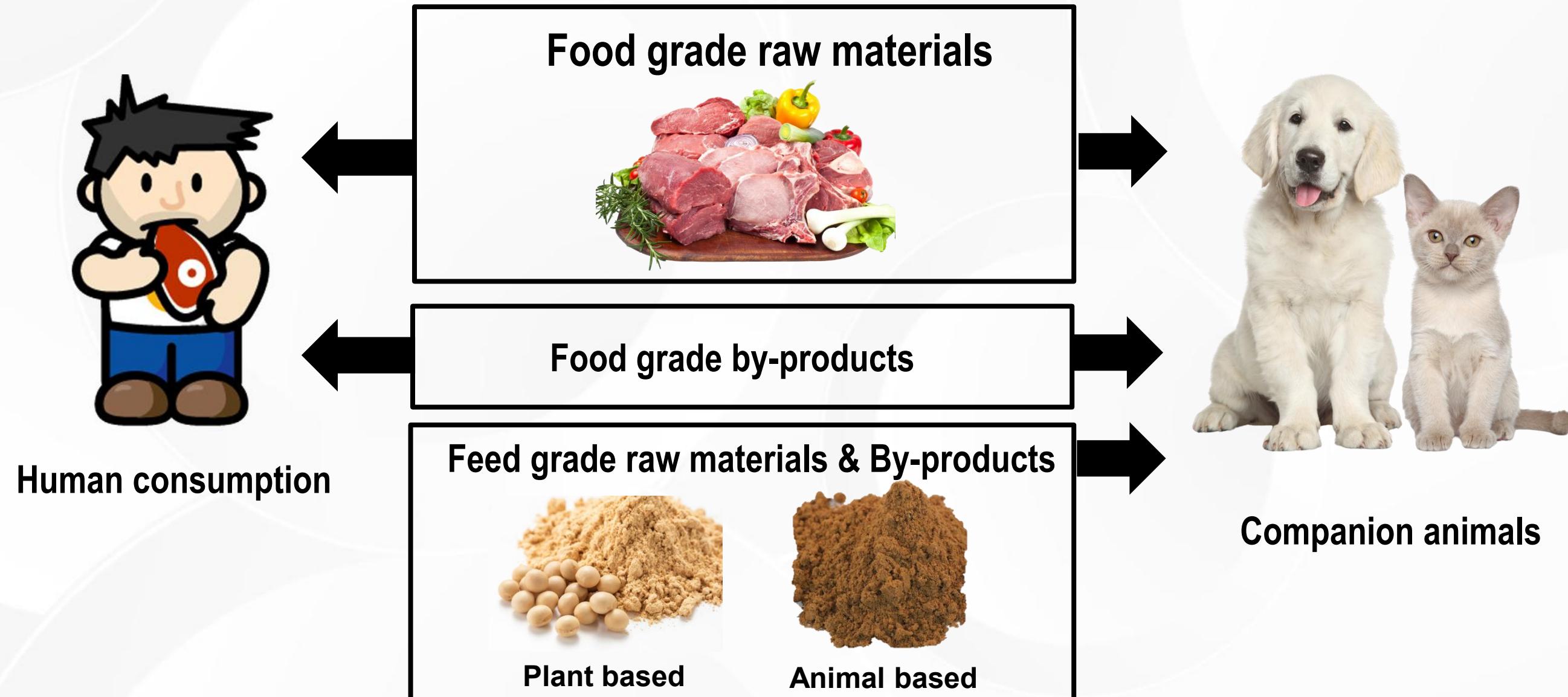
## PAIN POINT



- 1. We need food security mainly protein sources.**
  - Increasing of global population
  - Increasing of meat consumption in developing countries.
  - Protein price is continuous increasing.
- 2. Enough quantity and good quality**
- 3. Environmentally friendly.**



# Problems of common protein sources



**Sustainability ???**

# Alternative protein sources



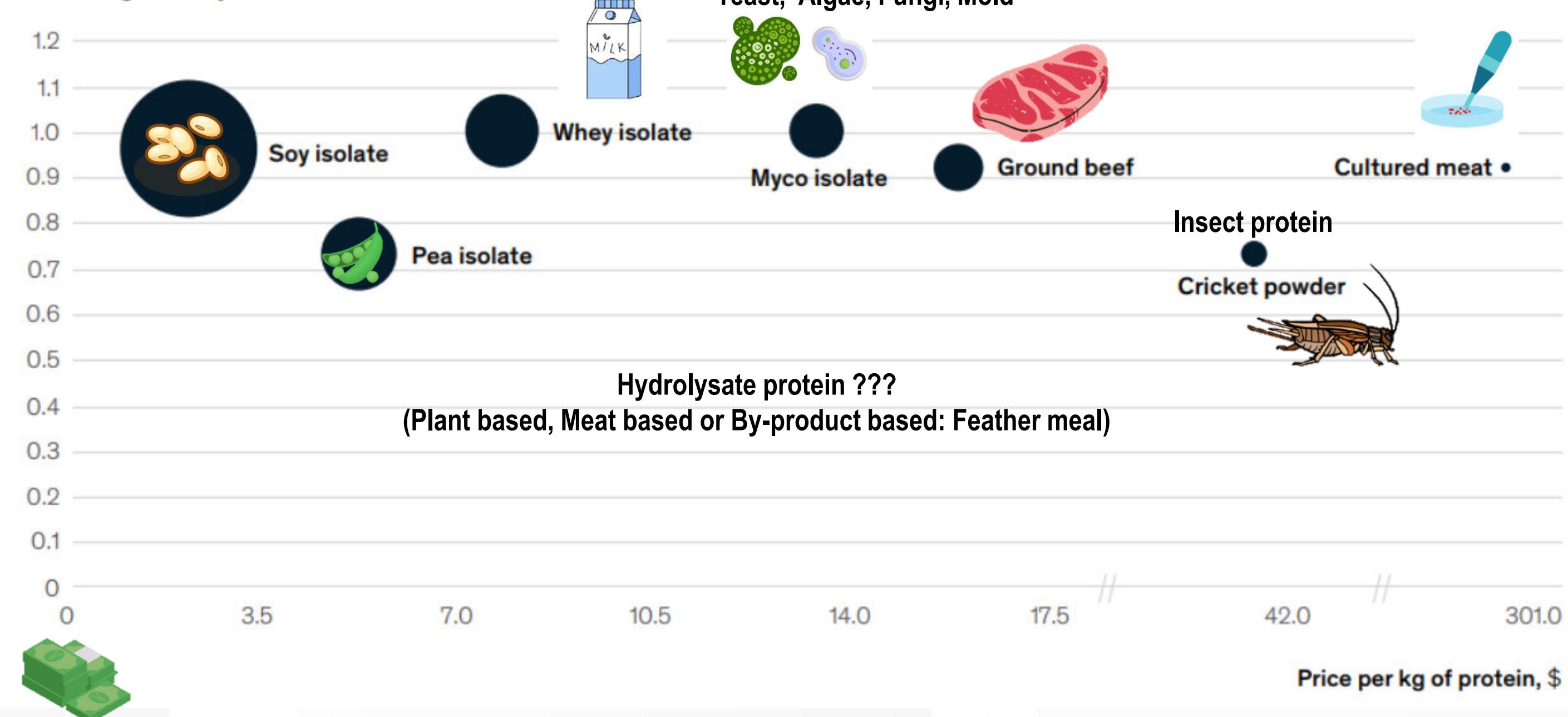
Soy and pea protein are the most competitively priced alternative proteins.

## Protein alternatives price vs PDCAAS

Bubble size represents PDCAAS per price, 8

ขนาดของวงกลม = ความคุ้มทุน

Protein digestibility-corrected amino acid score



# Advantage vs Disadvantage of alternative protein sources



Protein sources	Safety (Contamination)	Palatability	Digestibility	Nutrient Quality	Allergenicity	Sustainability
Animal by-products (organs, feather)	Pathogen	High	Moderate to High	Moderate to High	Moderate	High
Meat (chicken, beef, lamb)	Pathogen	High	Moderate to High	High	Moderate	Moderate
Fish (salmon, tuna)	Pathogen, Heavy metal	High	High	High	Low	Moderate
Plant-based (soy, pea, wheat, gluten)	Chemical	Low	Low	Low	Low	High
Hydrolyzed protein (animal or plant)	-	High ?	Very High	High	Very Low	Moderate
Insect-based (BSF, crickets, mealworm)	Heavy metal	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Very High
Single-cell (yeast, algae, bacteria)	Nucleotide	Low	Moderate to High	Moderate	?	Very High
Cultured meat	Sterile	?	High	High	?	Potentially High
Other novel proteins (fungi, duckweed, mycoprotein)	?	?	?	?	?	?



# Thank You

For your attention



+66 2797 1900 Ext 1310

vetkuinnovanutricare@gmail.com

[www.kasetpetshopku.com](http://www.kasetpetshopku.com)

