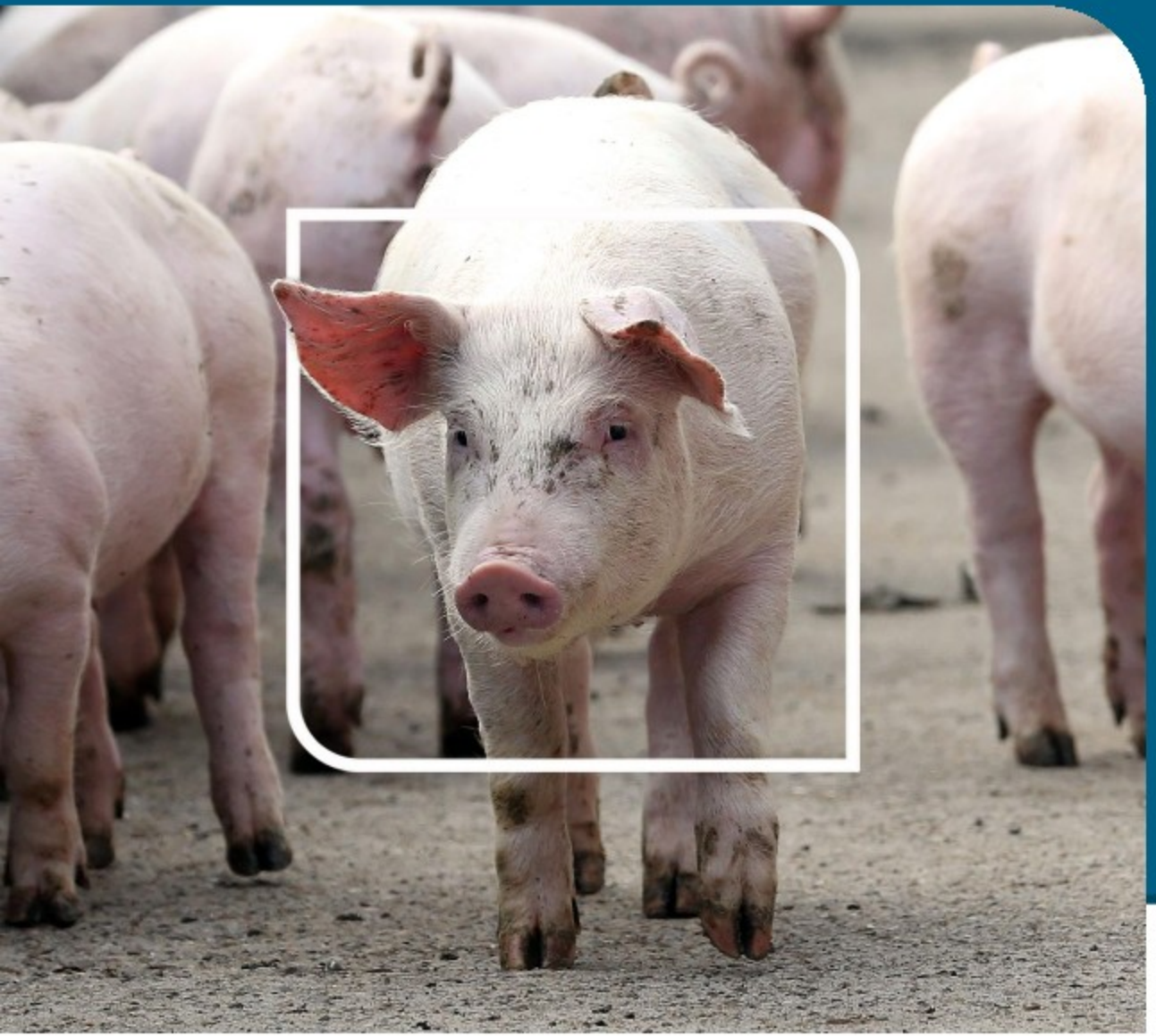


지속 가능하고 수익성 있는 양돈을 위한 사료 효율 향상 방안

Optimize Feed efficiency for sustainable and profitable pork production

김 지훈

Cargill Animal Nutrition & Health

Cargill® Helping the world thrive

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

개요

1. 당면 과제 Market Challenges

2. 사료효율 향상을 위한 최근 연구 동향 New trends/research in feed efficiency improvement
   - 2-1. 정밀 영양/정밀 사양 Precision Nutrition and Feeding
   - 2-2. 단백질/아미노산 영양 연구 동향 Protein Nutrition update
   - 2-3. 사료 가공 그리고 동반되는 도전과제 Processing and its associated challenge
   - 2-4. 사료효율과 생리적 스트레스 관리 Managing physiological stresses

3. 결론 Take Home Message

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

양돈 산업 당면 과제 Challenges for swine producers



전체 생산비 중 사료비가 차지하는 비율은 **65-80%**에 달합니다
65-80% of total production cost comes from feed



사료 내 사용되는 주원료와 부원료의 성분의 변동성에 의해 가축 생산성이 영향을 받습니다
Volatility of main and alternative ingredients used impacts animal performance



돈육 시세의 변동성에 의해 지속가능한 양돈 수익성을 영위하기가 쉽지 않습니다
Not sustainable profit due to variable pork market prices



높은 간접비와 시장의 통합 현상으로 인한 치열한 경쟁
Higher overhead cost and intense competition due to market consolidation

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

점점 높아지는 지속 가능성에 대한 시장 압력
Sustainability also become a heavy pressure

- 식품 회사, 소매업체, NGO 및 소비자로부터, 제품이 환경에 미치는 영향을 보여야 한다는 압력이 커지고 있습니다.
  Growing pressure to show environmental impact of their products from food companies, retailers, NGO's and consumers.

- 2023년까지 "지속 가능한 식품 산업을 위한 입법 체계"를 포함하는 여러 국가의 법률, 유럽의 Green Deal, Farm to Pork 과 같은 보다 구체적인 전략 등의 변화 현상들이 나타나고 있습니다.
  Changes in legislation of different countries and the EU Green Deal & more specifically the Farm to Fork strategy with the "legislative framework for sustainable food systems" by 2023.

TESCO PLC

1 35% absolute carbon reduction from our operations by 2020 (60% reduction by 2025, and 100% by 2050)

2 Tesco suppliers to achieve a 7% absolute reduction in carbon emissions across their business by 2020 (20% reduction by 2025 and 35% by 2030 for manufacturing and 12% reduction by 2025 and 15% by 2030 for agriculture).





https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료효율이 그 어느때보다 중요해진 현재
Efficiency get important more than ever

주요 과제들 Key Challenges

기회 요소들 Key Opportunities

High Feed Cost

전체 생산비 중 사료비가 차지하는 비율은 65-80%에 달합니다
65-80% of total production cost comes from feed

최적 배합비 설계
Best optimized formulation cost

Inconsistent animal performance

사료 내 사용되는 주원료와 부원료의 성분의 변동성에 의해 가축 생산성이 영향을 받습니다
Volatility of main and alternative ingredients used impacts animal performance

일관적인 생산 성적 달성을 위한 정밀 영양 설계
Precise feed formulation for consistent target performance

Inconsistent ROI

돈육 시세의 변동성에 의해 지속가능한 양돈 수익성을 영위하기가 쉽지 않습니다
Not sustainable profit due to variable pork market prices

지속가능한 이윤 창출을 위한 시장 맞춤형 사료 설계 솔루션
Solution to customize feed based on market conditions for sustainable profits

Competitive Market

높은 간접비와 시장의 통합 현상으로 인한 치열한 경쟁
Higher overhead cost and intense competition due to market consolidation

수익 개선 예측과 조절 솔루션
Predict and control financial return

효율
Efficiency
사료 효율
Feed Efficiency
생산 효율
Production Efficiency

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

2. 사료효율 향상을 위한 최근 연구 동향

New trends/research in feed efficiency improvement

2-1. 정밀 영양/정밀 사양 Precision Nutrition and Feeding

2-2. 단백질/아미노산 영양 연구 동향 Protein Nutrition update

2-3. 사료 가공 그리고 동반되는 도전과제 Processing and its associated challenge

2-4. 사료효율과 생리적 스트레스 관리 Managing physiological stresses



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

2-1. 정밀 영양/정밀 사양 Precision Nutrition & Feeding

▣ 영양소 함량과 요구량에 대한 최신 정보와 기술

Updated information and technologies for nutrients contents and requirements

▣ 디지털 영양설계에 의한 정밀 영양

Precision Nutrition with Digital Nutrition

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

정밀 영양 이론 Precision Nutrition in Theory

- 단백질 축적의 1차적인 영양학적 제한 요소는 단백질과 에너지 입니다.

  The primary nutritional limits on protein deposition (PD) are protein and energy

- 단백질 축적, 섭취 그리고 에너지 섭취 간의 관계는 성장 단계에 따라 변화합니다 :

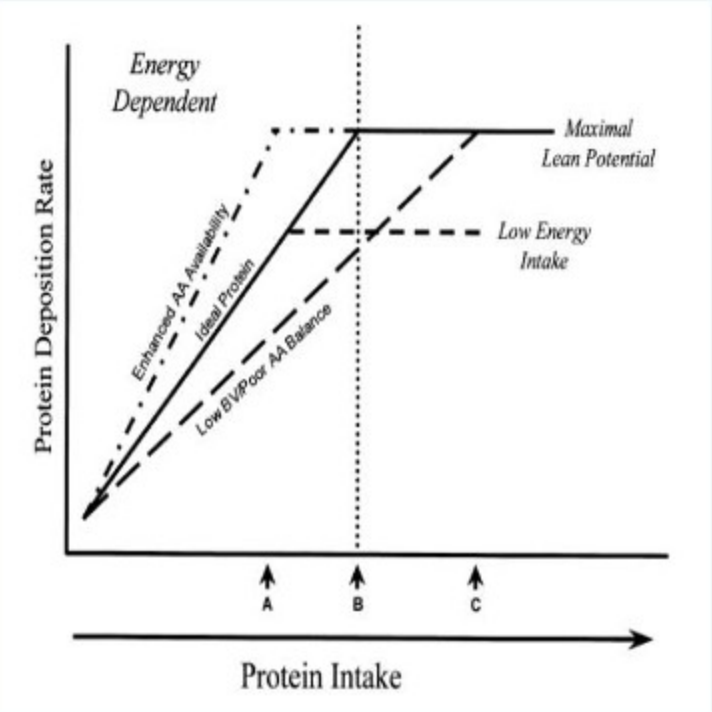
  The relationship among PD, protein intake, and energy intake varies with stage of development :

  - 육성돈의 경우, 단백질 축적에 있어 에너지 (섭취)가 선형적으로 반응합니다

    Growing pigs have a linear response to energy for protein deposition

  - 비육돈의 경우, 에너지섭취에 의해 초기 선형적 반응하며, 이후 단백질 축적은 plateau를 그립니다. 에너지 섭취가 최대 단백질 축적 요구량보다 더 높아지면, 돼지는 더 지방이 많이 찌게 됩니다.

    Finishing pigs have an initial linear response to energy intake, after which PD reaches a plateau. When energy intake is higher than that required for maximal PD, the animals become fatter



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

정밀 영양/사양 프로그램 구현
Precision nutrition in practice

일괄적인 보상
Consistent payback

영양소 공급 측면
Nutrient supply

영양소 수요 측면
Nutrient demand

가장 적합한 원료 선택
Select best Raw materials

품종별 설계
Define phenotype



영양소 수치 모니터링
Monitor Nutrient value



목표 설정 (증체, 섭취)
Set goals
(gain, feed intake..)





프로세싱 최적화
Optimize Processing

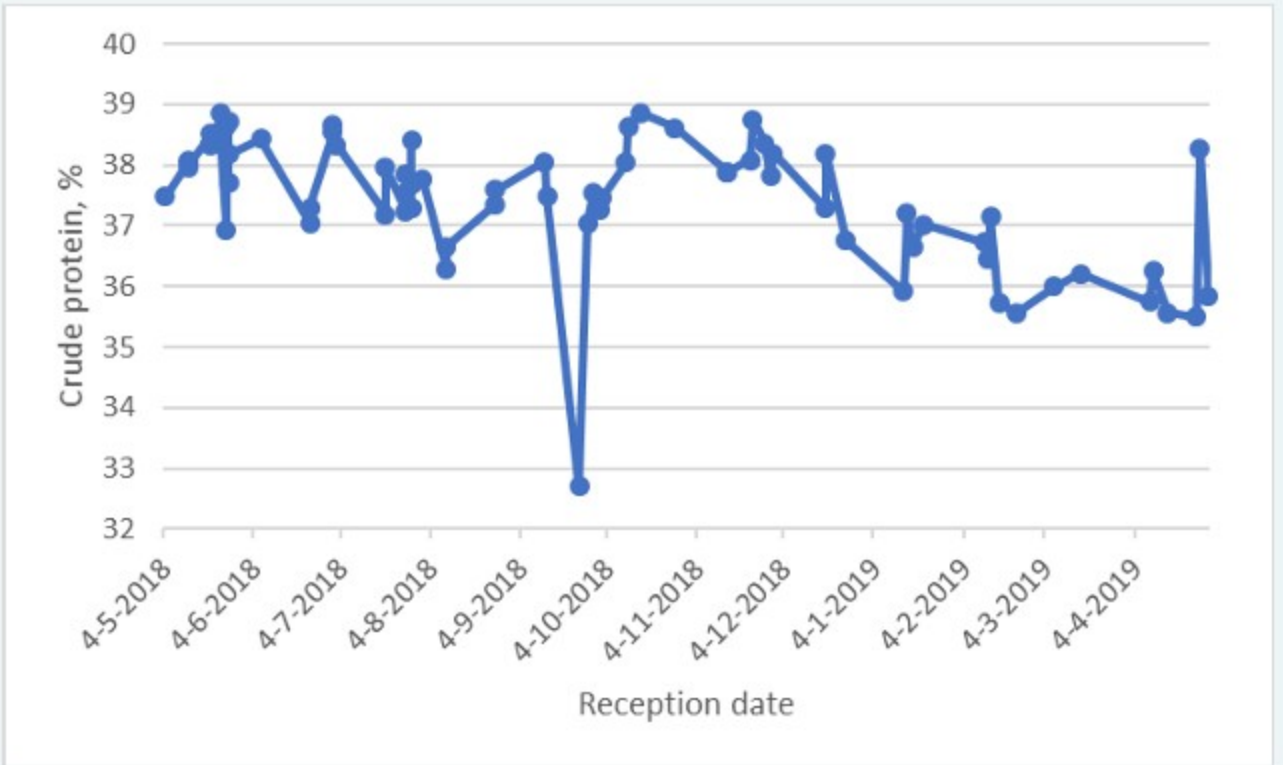
요구량 계산
Calculate requirements

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료원료 변이 관리의 중요성
Managing ingredient variability



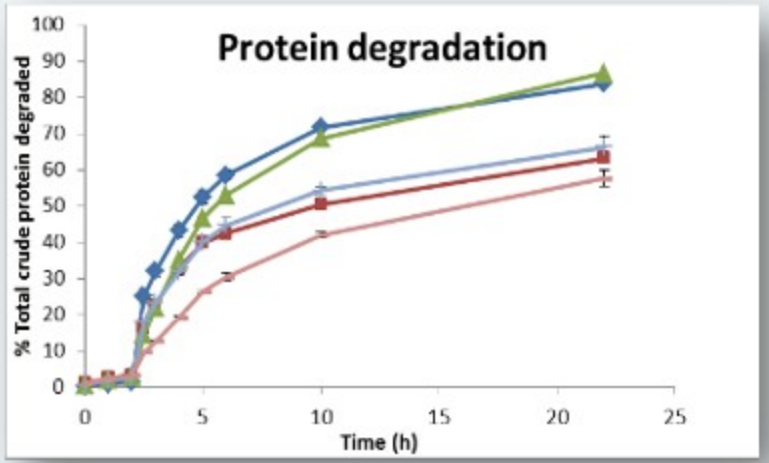
NUTRIENT (DRY MATTER BASIS)	AVERAGE	RANGE
Dry matter, %	89.3	87.3 – 92.4
Crude protein, %	30.9	28.7 – 32.9
Crude fat, %	10.7	8.8 – 12.4
Crude fiber, %	7.2	5.4 – 10.4
Ash, %	6.0	3.0 – 9.8
Swine ME, kcal/kg	3810	3504 – 4048
Lysine, %	0.90	0.61 – 1.06
Phosphorus, %	0.75	0.42 – 0.99

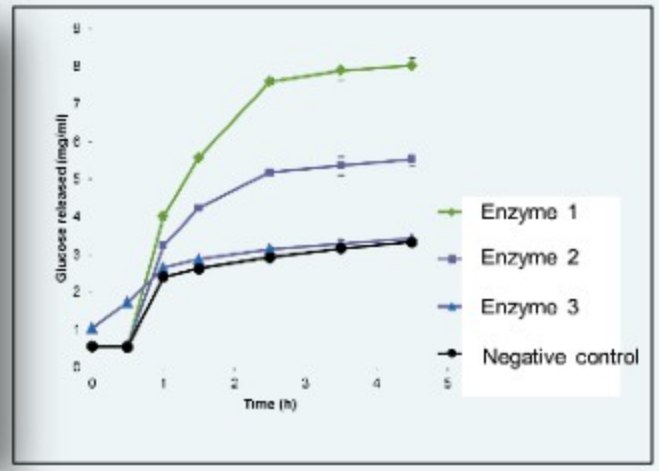


Cargill QC data, Russia, 2018/2019

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

원료 가치 평가 : 연구에서 적용까지
Predicting ingredient value : From research to practice



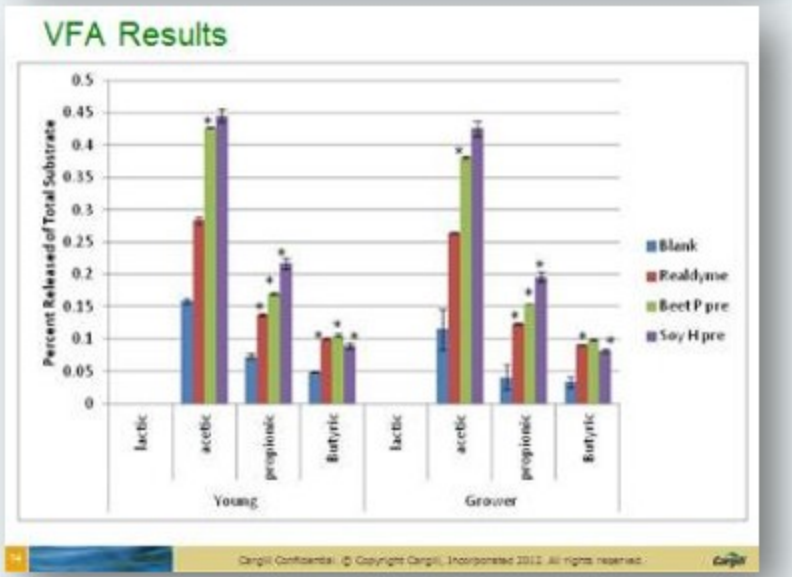


NIRS
Rapid assessment in feed mills





Nutrition Optimization Software





In vivo
digestibility



In vitro
digestibility

Cargill research, 2019

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 성장 모델링/Dynamic 배합비 프로그램
Modelling software required

영양소 공급 측면
Nutrient Supply



변화를 줄이고 일관된 성능을 위해 보다 일관된 사료를 제공하기 위해 영양 기반 접근 방식을 사용합니다.
Use nutrient based approach to reduce variation and provide more consistent diets for consistent performance

- **원료 가격 Ingredient Costs**
- **영양소 매트릭스 Nutritional Matrix**
- **데이터 베이스 Database**

예측 엔진
Projection Engine

공급과 수요의 최적화
Optimize Supply & Demand

주요 입력값으로는 원료, 동물 데이터, 환경, 성장 성적 그리고 경영지표 등이 있습니다.
Key inputs include… ingredients, animal data, environment, performance and economic metrics



맞춤형 급이 프로그램을 위한 최적 비용의 배합비 디자인
Best cost diet design for custom feeding programs

수익 개선 Profits

영양소 수요 측면
Nutrient Demand



특정 고객 농장의 동물의 요구량에 대한 이해 (예: 품종, 대사, 섭취량)
Understand animal requirements (e.g. phenotype, metabolism, intake) in specific customer's farm

- **품 종 Genetics**
- **대 사 Metabolism**
- **섭취량 Intake**

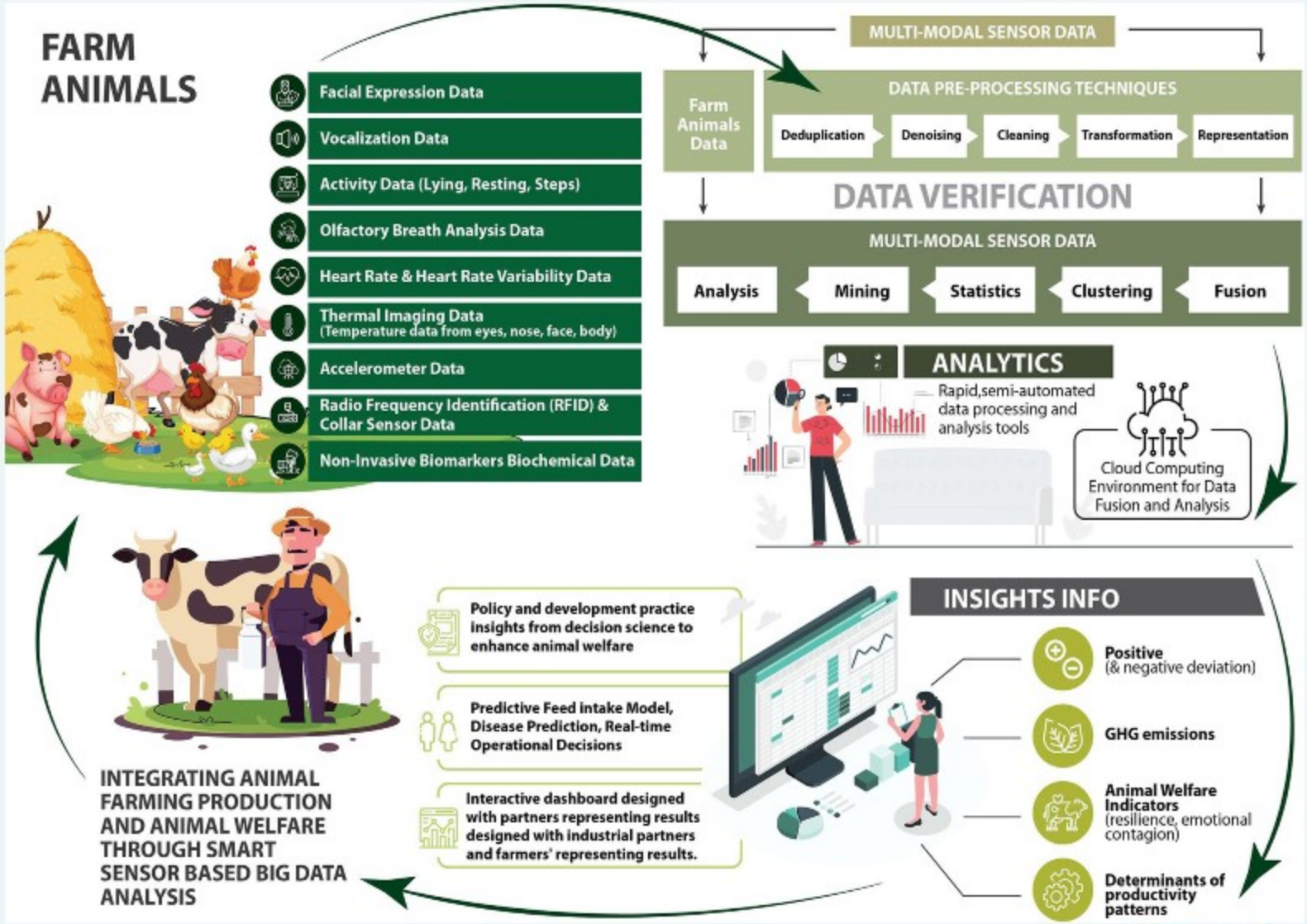
동물의 요구량 계산 엔진
Animal Requirements Engine(ARE)

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

디지털 축산/스마트 축산 Digital Livestock Farming

■ 스마트 축산의 빅데이터 응용 사례

Big Data Application in Precision Livestock Farming



(Suresh Neethirajan and Bas Kemp, 2021)

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

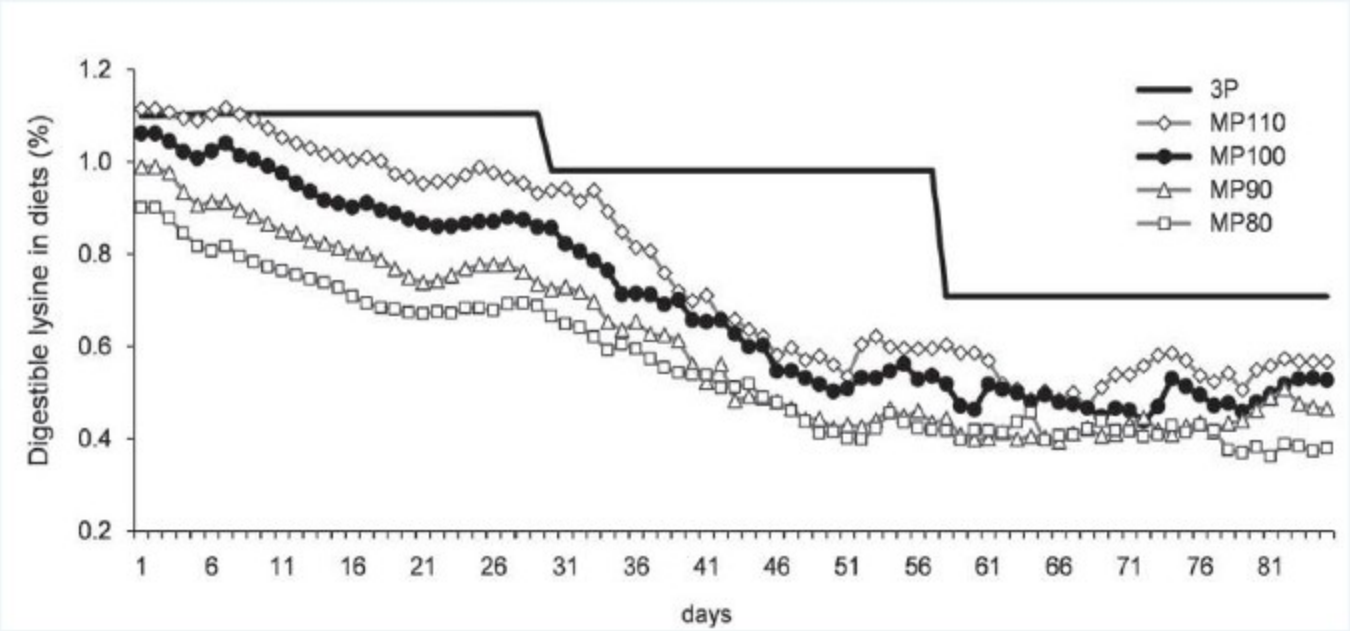
2-2. 단백질/아미노산 연구동향
Protein Nutrition Update

▣ 저단백 사료 Reduce CP

▣ Branched Chain 아미노산 연구동향

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 대부분의 사양프로그램은 영양소 낭비 과다
Conventional group feeding overfeed majority of pigs



- 110%(MP110), 100%(MP100), 90%(MP90) 또는 80%(MP80)를 충족하기 위해 개별적으로 제공되는 3단계 급이 프로그램(3P) 또는 일일 단계 급이 프로그램에서 돼지의 dietary 라이신 수준 시험 기간 동안 매일 추정되는 영양 요구량
  Dietary lysine levels for pigs in a three-phase feeding program (3P) or in daily-phase feeding programs provided individually to meet 110% (MP110), 100% (MP100), 90% (MP90) or 80% (MP80) of the nutritional requirements estimated daily throughout the trial.

- 개별 돼지에 대한 맞춤형 사료는 그룹 피딩 사료에 비해 SID 라이신 섭취량을 26% 줄이고, 사료비를 돼지당 US$7.60(−10%) 줄입니다. (Andretta et al., 2016)
  Tailored feed to individual pigs reduce SID lysine intake by 26% and feeding costs by US$7.60/pig (−10%) relative to group feeding (Andretta et al., 2016)

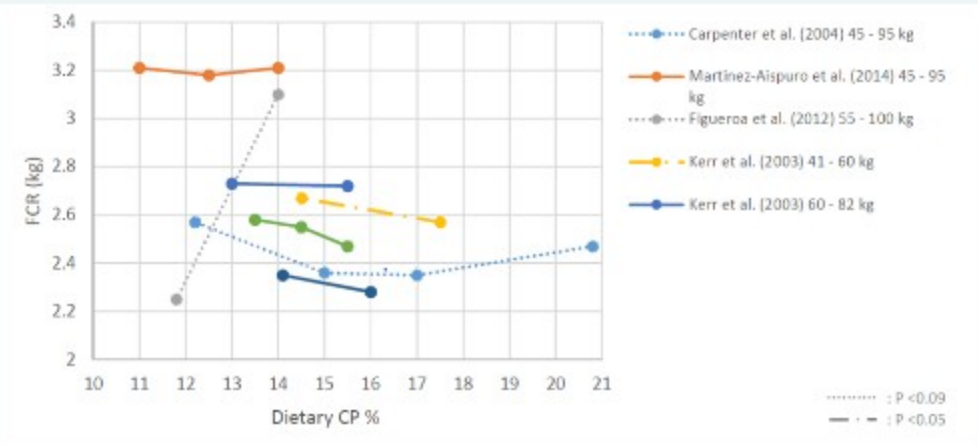
© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

양돈 사료 단백질 저감은 가능합니다
Reduction of CP is possible in hogs

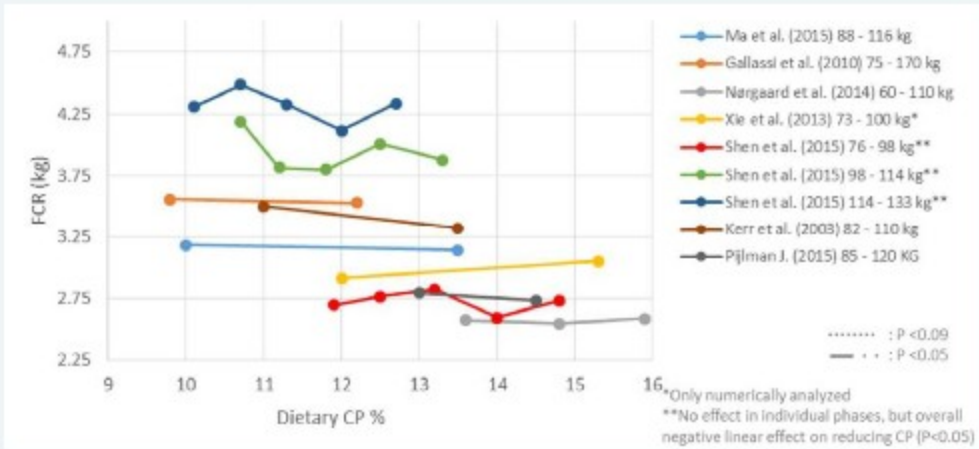
총 18개의 논문을 리뷰하였고,
자체 사양시험 또한 진행하였습니다.
A total of 18 scientific papers were reviewed,
and one internal trial was performed (GF1603) in GIC Velddriel

조단백 수준 감소 가능 수준 :
Possible to reduce dietary CP to:
11.5% 육성돈 in the grower
11.0% 초기 비육돈 in the early finisher
10.0% 후기 비육돈 in the late finisher phase.

비육 초기



비육 후기



- 아미노산 비율이 최적화된 상황에서는 저단백 설계가 더 유효했습니다.
  Less Crude Protein is More when AA ratio optimized
- 사료 내 단백질 수준의 과잉 = 비용 + 낭비 + 리스크
  Excess of feed protein = cost + waste + risk

Cargill Position paper (2017): How low can we go?

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

유럽 국가들의 양돈사료 단백질 수준
'Standard' CP levels in EU diets

		min	max
이탈리아	**Finisher 45 kg**	**13,5**	**17**
	grower 25-45 kg	**15**	**18**
	starter to 25 kg	16,5	19
	weaner to 2 weeks	17	20
네덜란드	Piglets 4-10 kg	17	18
	Piglets 9-15 kg	16,5	17,5
	Piglets 15-30 kg	16	17,5
	Fatteners 30-50 kg	**15**	**16**
	Fatteners >50 kg	**14**	**15**
	Fatteners >75 kg	**13**	**14**
	Fatteners 30-100 kg	**16**	**16**
프랑스	PW 2	17	18
	Grower (30-70 kg)	**15,5**	**17,5**
	Finisher (>70 kg)	**14,5**	**16,5**
스페인	**Grower**	**16**	**16**
	Finisher	**14,5**	**14,5**

**Evaluation October 2020*

유럽 양돈 사료 내 표준 조단백 수준을 볼 때, 저단백 설계의 가능성을 찾을 수 있습니다.
Looking at current standard CP levels in EU diets today, there seems to be room for decreasing CP levels

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

‘어떻게’ 줄일까? ‘How’ to reduce?

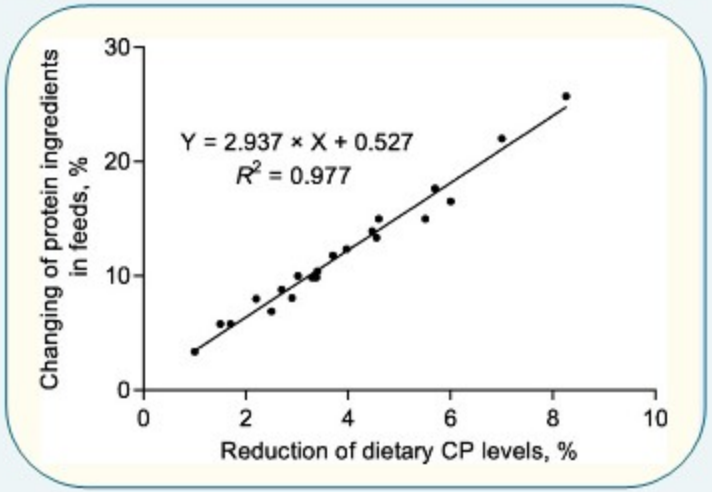
- (내부 권장량 기준) 최소 조단백 수준은 12.0% 에서 15.5% 수준입니다.
  Minimum CP levels range from 15.5% (finisher 1) to 12.0% (finisher 14)
  - 합성 아미노산 첨가와 원료 선별 선택을 통해 구현 가능
    Possible through addition of synthetic amino acids and choice of raw materials.

- 배합비 및 단가에 대한 영향은 상당히 변동적이며 다양한 요인에 의해 좌우 됩니다.
  Impact formulation composition and cost is highly variable and depends on multiple factors
  - **현재의 배합비와 사료 종류 Current formulation composition and type.**
  - **원료 가격.** (대두박 가격, 합성 아미노산 가격, 고단백 혹은 저단백 원료 간의 비율)
    Ingredient price(SBM price, synthetic AA price, ratio between protein rich and protein poor raw materials)
  - **원료 가용성.** 고단백 원료와 저단백 원료 비교, 특정 아미노산 프로파일 패턴을 가진 원료
    Ingredient availability. Protein rich versus protein poor raw materials, raw materials with a particular amino acids pattern.
  - **합성 아미노산의 가용성 Synthetic amino acid availability**

- 조단백 설계에서, 너무나 낮은 수준(아미노산 결핍 수준)으로 설계 시, 동물 행동성에 악영향을 끼치게 되므로 지양해야 합니다. Going too low (AA deficient) in CP may lead to increased occurrence of damaging behavior so this must be avoided obviously
  - Van der Meer 등 (2017)에 따르면, 돼지들의 공격적 행동성이 필수아미노산이 결핍된 저단백 사료를 급이한 돈군에서 더 흔히 발견되었습니다. 이것은 특정 필수 아미노산(Met, Thr 그리고 Trp)을 급여하여 개선할 수 있었습니다.
    Van der Meer et al. (2017) found that damaging and aggressive behaviors were recorded more frequently in low CP diets that were dietary deficient in essential AA. This was only partly counteracted by supplementation with specific essential AA (Met, Thr and Trp).

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

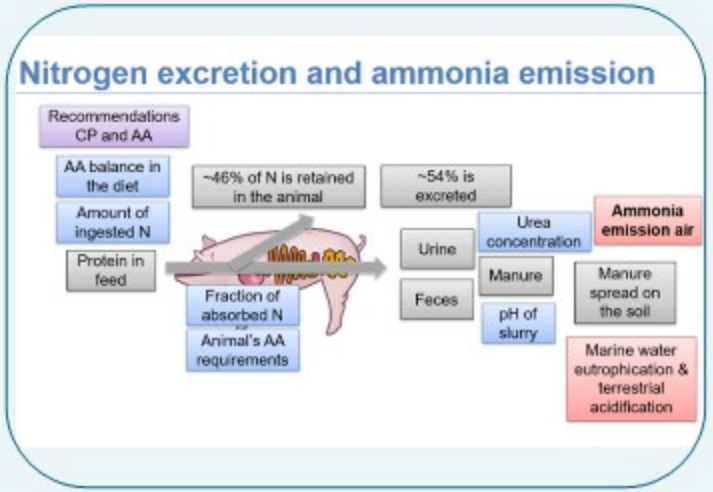
■ 저단백 사료는 지속 가능성과도 깊은 관련
Sustainability benefits of low CP diets



대두박 의존성 저감의 차원
Reducing soy reliability

- 조단백 10 g/kg을 줄일 때마다 단백질원료의 사용량을 3% 줄일 수 있습니다

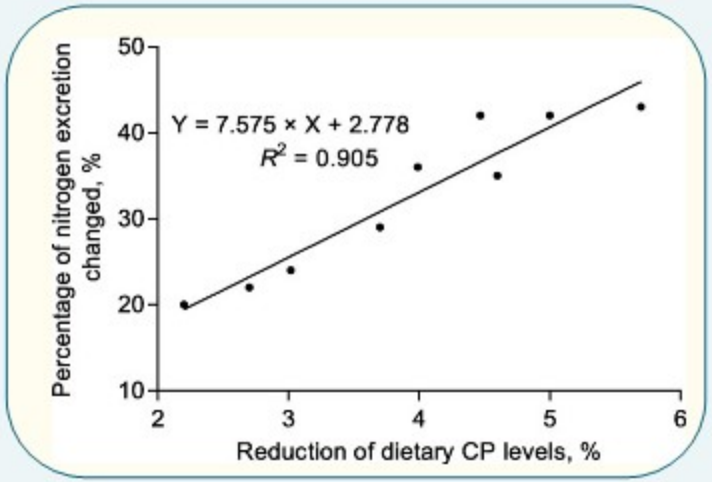
Every 10 g/kg reduction of dietary CP resulted in a 3% reduction in protein ingredient inclusion (Wang et al. 2018)



악취 저감의 차원
Reducing odor

- 사료 내 조단백 감소로 악취를 저감할 수 있습니다

Reduction of dietary CP could decrease odor emissions



질소 배출량 저감의 차원
Reducing nitrogen excretion

- 조단백 10 g/kg 감소 시 마다 분변/소변 내 암모니아 배출을 8~10% 감소시킬 수 있습니다.
  Every 10 g/kg reduction of dietary CP can decrease ammonia emission from feces and urine by 8% to 10%.
- 조단백 저감은 음수 섭취량 감소로 이어지기 때문에, 소변 내 요소 질소 배출량을 감소시킬 수 있습니다
  Lower dietary CP level resulted in reduced water intake, along with decreased urea nitrogen excretion in urine (Wang et al. 2018)



Life Cycle Assessment (LCA):

- Reducing CP and soy inclusion will generally lead to lower carbon footprint incl. land use change, the extent however, may differ. This depends on reference diets, (origin of) alterative ingredients used, and level of synthetic AA added.
- Always important to use LCA tool to verify these assumptions for specific diets

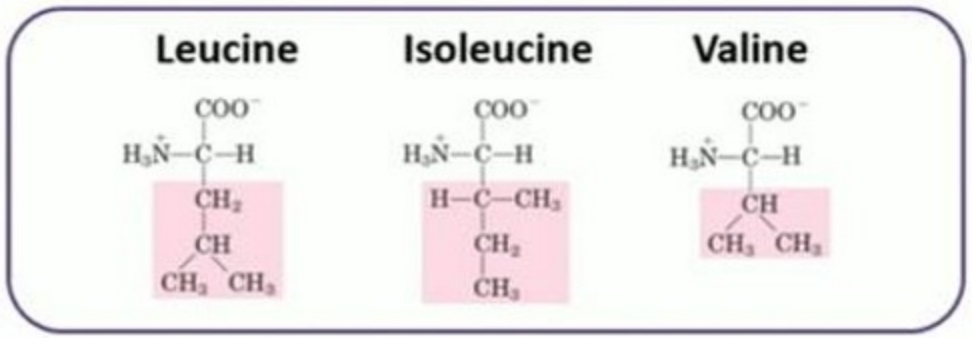
© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

Branched Chain 아미노산

- 옥수수 주정박은 미주 지역에서 많이 사용되는 저가의 부원료이지만, 옥수수이기 때문에 고함량의 류신 등, 아미노산 프로파일이 좋지 않습니다.
  Corn DDGS is a by-product feed ingredient that is available in NA as an alternative and low cost proteins source, The AA profile of corn protein is not balanced as high content of Leu.

- 주정박의 좋지 아니한 BCAA 프로파일이 돼지 성장 성적에 미치는 영향에 대해 이해할 필요가 있으며, 이러한 영향을 완화시킬 전략이 필요합니다.
  Need to understand the impact of un-balanced BCAA profile in DDGS to the performance of pigs and strategies to ameliorate the impact.

Branched-chain amino acids (BCAA)



- Structurally similar, share first steps of their catabolism
- Excess of one can increase the catabolism of all BCAA
- Leu is the most potent stimulator of catabolism

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

BCAA 대사경로 BCAA Metabolism

BCAA and LNAA interactions

LNAA are key for neurotransmitter synthesis

- Trp ⟹ serotonin
- Tyr ⟹ catecholamines
- His ⟹ histamine

⟹ Feed intake regulation

BCAA and LNAA compete for brain transporters

High Leu ⟹ Lower Trp in the brain ⟹ Altered serotonin activity ⟹ Reduction in feed intake

Another mode of action

Normal Leu levels ⟹ mTOR stimulation ⟹ Increased protein synthesis

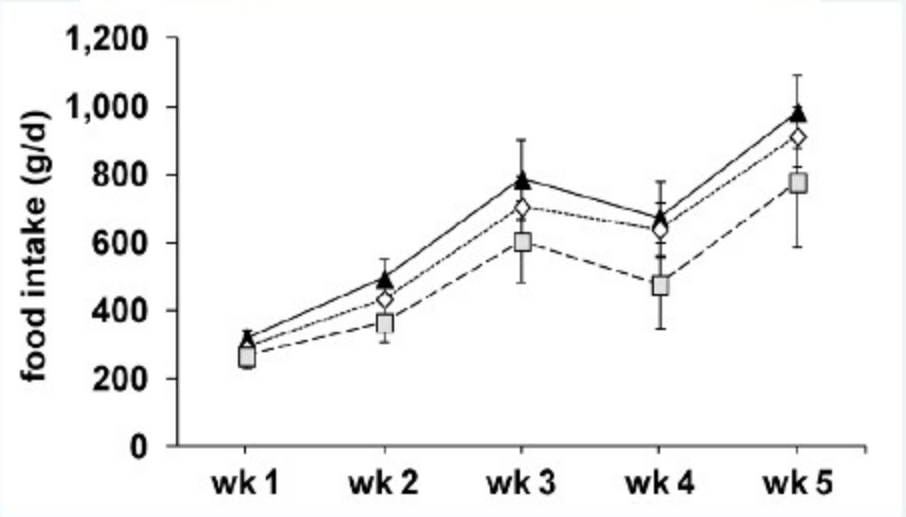
High Leu levels ⟹ Excessive mTOR stimulation ⟹ Strong inhibition of feed intake

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

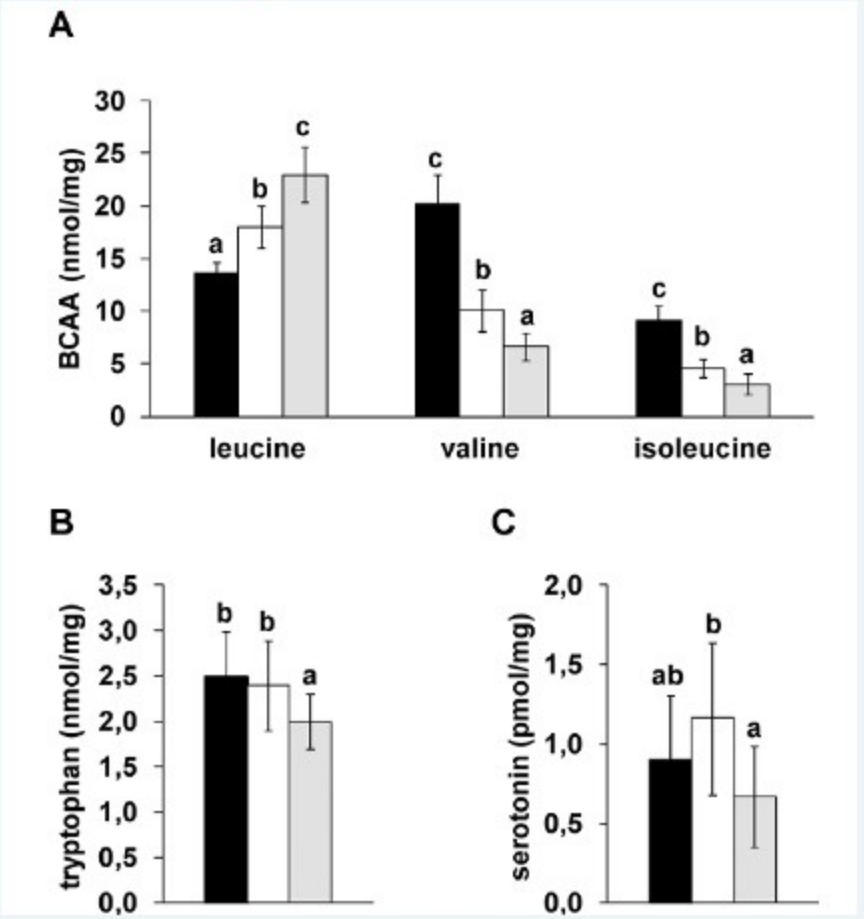
과도한 류신의 영향
Effects of excess leucine (Wessels et al., 2016)

- Three dietary treatments

Amino acid	1:1 Leu:lys	1.86:1 Leu:Lys	3.53:1 Leu:Lys
Val:Lys	78%	78%	79%
Ile:Lys	58%	60%	61%
Trp:Lys	24%	25%	26%



각기 다른 류신 함량의 사료를 급이한 돈군의 일당사료섭취량
Average daily food intake of pigs fed diets with different Leu contents.



각기 다른 류신 함량의 사료를 급이한 돼지들의 뇌속 농도:
BCAA 3종(A), 트립토판(B), 세로토닌(C)
Concentrations of (A) single branched-chain amino acids (BCAA), (B) tryptophan and (C) serotonin in the brain of pigs in response to diets with different Leu contents.

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 과도한 류신 공급은 사료 섭취량 저하 유발
Excess Leucine Reduce Feed intake

- 과도한 류신 급여는 (Antagonism에 의해) 같은 BCAA 부류인 발린과 이소류신의 이화작용을 유도하고, 이로 인해 이 발린과 이소류신의 결핍을 유발합니다. Excess Leu leads to catabolism of Val and Ile causing a deficiency for those amino acids.
- 류신은 또한 혈뇌장벽에서의 트립토판 수송과 경쟁하게 하여, 뇌 내 트립토판과 세로토닌 (트립토판이 전구체로 이용되는 호르몬) 농도를 감소하게 합니다. Leu competes with Trp for transport at the blood brain barrier reducing brain Trp levels and serotonin production.
- 과도한 류신 급여는 또한 과도한 mTOR (mechanistic target of rapamycin; 성장인자와 영양소 등 외부 환경의 스트레스 상황에 따라 세포의 성장과 신진대사를 조절해주는 신호) 자극을 유도합니다. Excess Leu causes excessive mTOR stimulation.

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

2-3. 사료가공 그리고 동반되는 도전과제
Feed Processing and its associated challenges

▣ 소화율 개선 Digestibility improvement

▣ 위궤양 저감 How to manage Ulcers

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료가공의 효과 – 영양소 소화율
Feed processing affects nutrient digestibility

- 사료 가공은 동물의 건강과 성장 성적에 영향을 미칩니다.
  물리적/화학적/열공학적인 가공 조건은 사료에 영양학적 및 비영양적으로 영향을 미칩니다. 사료 가공에 의해 영향을 받는 동물 건강 및 성장 성적 예시들은 다음과 같습니다.
  Feed processing can affect animal health and performance. Processing conditions that can affect feed nutritionally and non-nutritionally: physical/ chemical/ thermal Animal health and performance outcomes that are affected by feed processing:

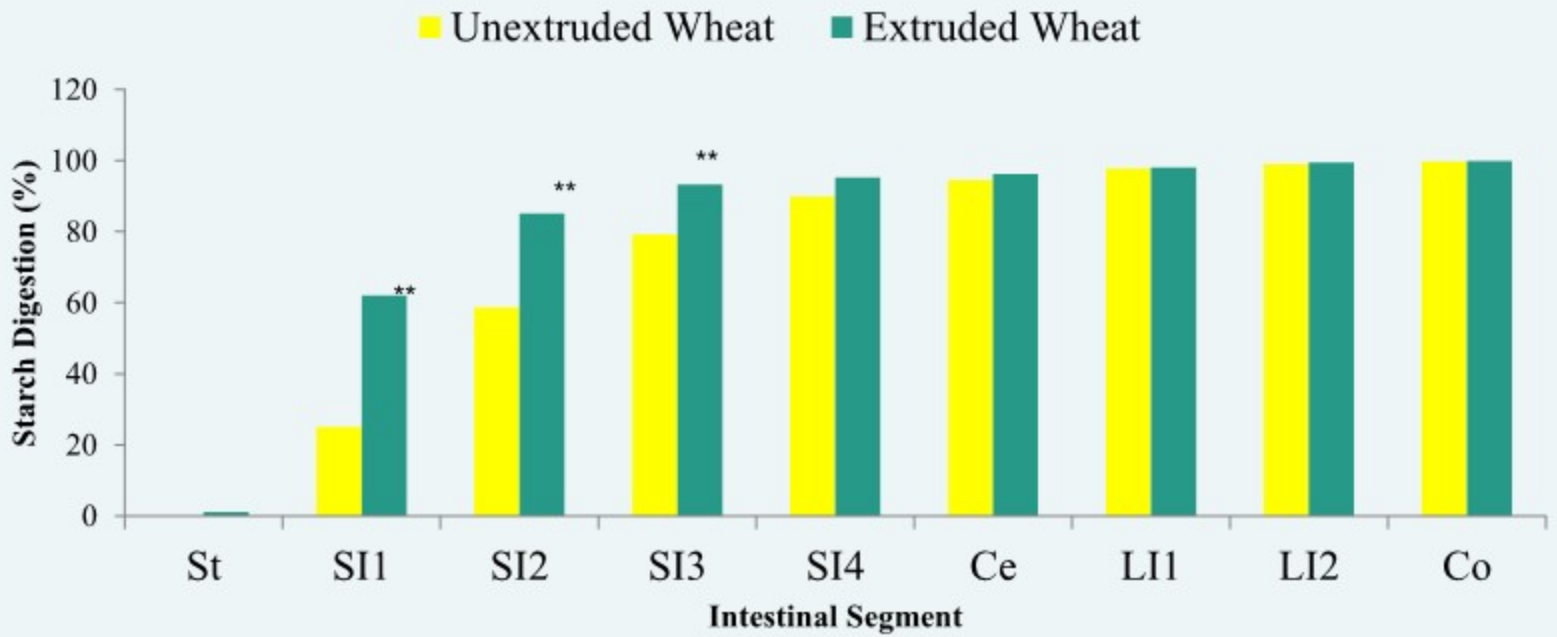
  - 증체량
    Weight Gain
  - 사료 효율
    Feed Efficiency
  - 분변질
    Stool Quality
  - 사료 섭취량
    Feed Intake
  - **영양소 소화율**
    Nutrient Digestibility
  - 기타 (예: 장관 소화물 이동)
    Others (e.g. gastrointestinal transit)

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

익스트루션 (혹은 익스펜션) 은 특히 어린동물에 도움

Extrusion (or Expansion) are particularly beneficial for young animals

- 48일령 이유 자돈 (이유 후 28일)에서, wheat의 extrustion으로 아래 실험 결과와 같이 소장의 4부위 중 3부위의 장관 내 전분 소화율을 개선할 수 있습니다. 건물 소화율 또한 유사한 경향을 띕니다.
  At 28 days post-weaning (48 days of age), extrusion of wheat improved starch digestibility in three of four segments of the small intestine tested. Dry matter digestibility followed a similar trend.

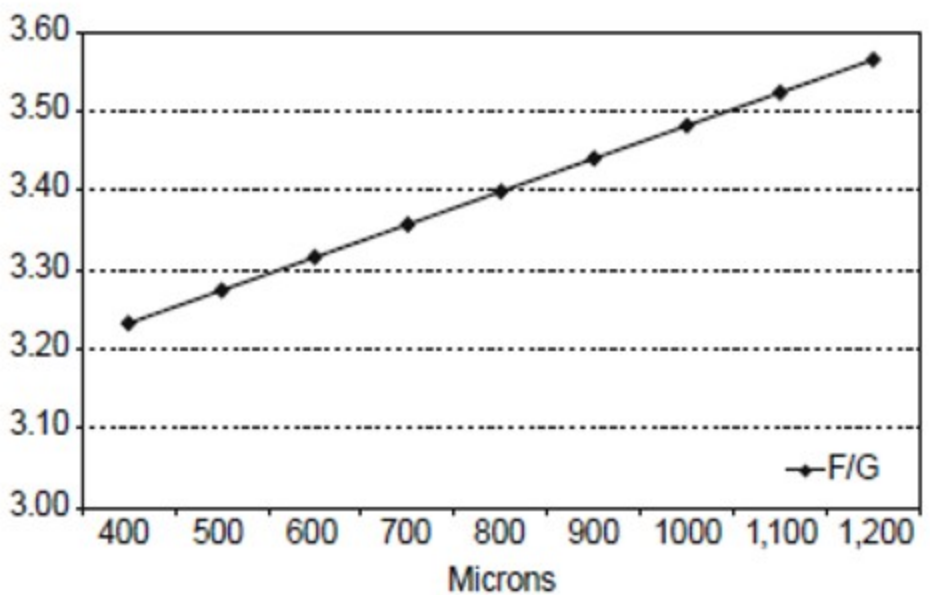


Extruded wheat vs non extruded wheat starch digestibility (Carter and Leibholz, 1991.) Small intestine (SI), the cerum (Ce), two parts of the large intestine (LI), and the colon (Co). ** P<0.01 for comparison of unextruded vs. extruded wheat at each intestinal segment.

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료 가공과 성장률/사료효율의 관계
Processing on Feed efficiency is well understood

55~110kg의 육성/비육돈의 입자도 효과
Effect of particle size on finishing pigs from 55 to 110 kg.
(Goodband et al., 2002)



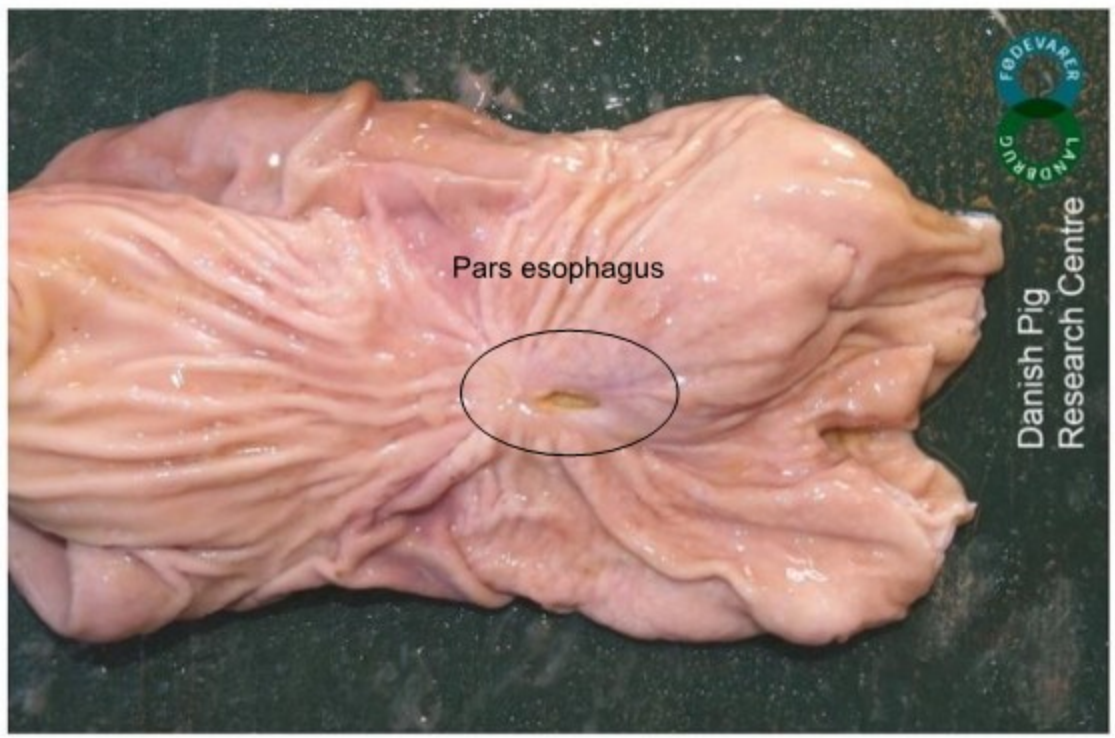
가루 사료에 대비한 펠렛 사료의 이점
Benefit of Pellet vs Mash (Cargill Research)

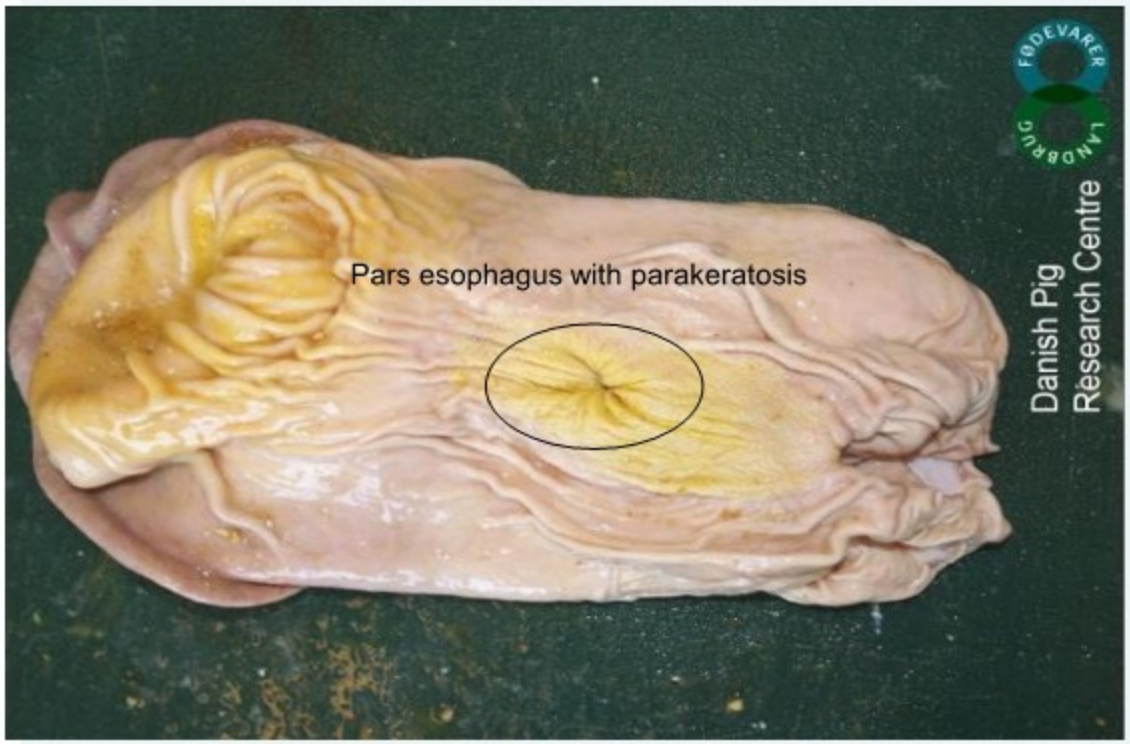
Weight (kg)	ADG (%)	ADFI (%)	FCR(%)
11.4 - 22.7	24	15	-88
11.4 - 23.2	21	10	-9
12.3 - 24.1	15	8	-6
17.2 - 31.8	10	-1	-10
25.9 - 44.5	16	7	-10
27.3 - 45.5	2	-5	-6
64.1 - 86.8	6	-2	-8
27.3 - 109.1	12	-1	-12
27.3 - 109.1	33	17	-13
40.9 - 111.4	6	1	-4
AVG	15	5	-9

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

위 건강에 위협을 주는 사료 입자도
Stomach health dependent on particle size

- 미세 분쇄 → 각화증의 악화 / 부분 식도 부위의 궤양 증상 발생
  Fine grinding → more keratosis / ulceration of the Pars Esophagus:





© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

유럽 역학 조사
Epidemiology surveys

- 적어도 5%의 육성돈이 심한 궤양 증상을 가지고 있다?
  At least 5% of grower pigs with severe ulcers ?

연구논문 Study	국가 Country	실험 수 # pigs	정상 비율 % Normal	준 케토시스 % Para-ketosis	미란, 약한 궤양 % Erosions, mild ulcers	심각한 위궤양 % Deep & extensive ulcers	흉터 % scars
Swaby et al., 2012	UK	9,827 120kg pigs 60 farms	20.4 [1.7-50.8]	49.2 [32.6-66.9]	23.9 [4.7-47.2]	6.4 [0.7-19]	-
Gottardo et al., 2016	Italy	22,551 170kg pigs 120 farms	16.8	62.5	16.6	4.1	12.7
Sonne Kristensen et al., 2020	Denmark	23,266 Culled sows 1311 farms	18.5	35.9	36.3	9.3	-

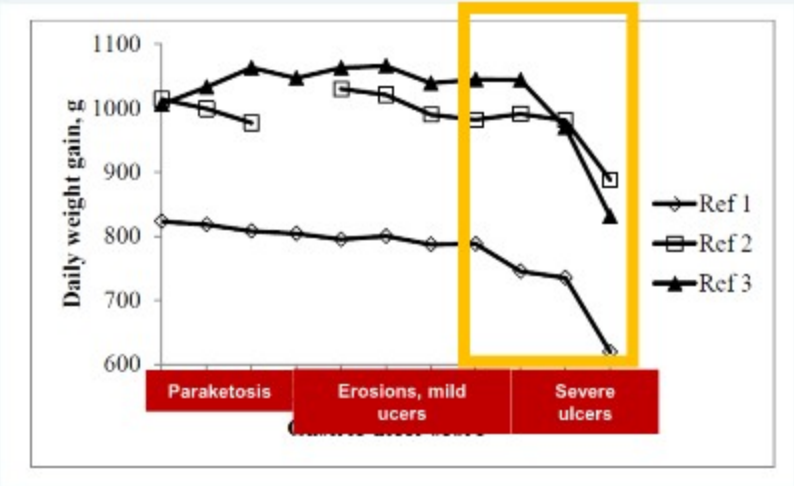
(Slaughterhouse, autopsies)

Table: Cargill Innovation, 2021

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

위궤양이 양돈 생산성에 미치는 영향
Effect of severe ulcers on pig performance

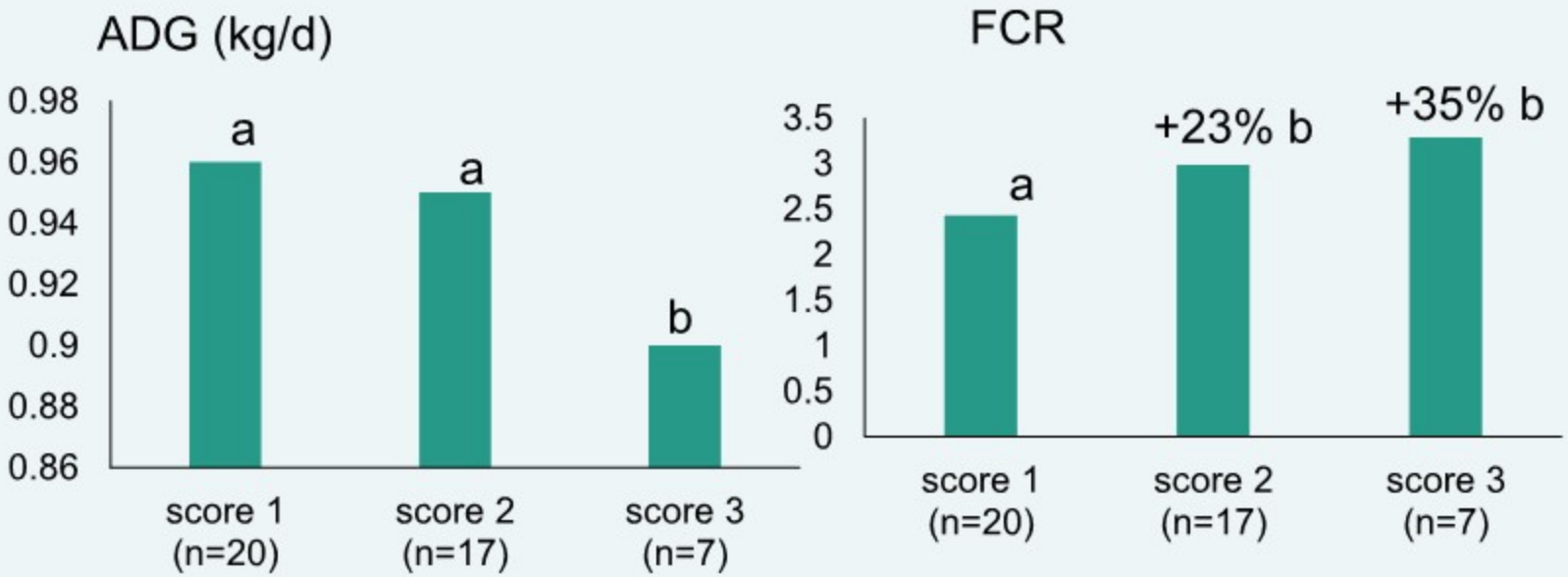
- 일당증체량이 50~100g/d 가량 감소
  ADG reduced from 50 to 100 g/d



Ref 1, Sloth et al, 1998
Ref 2, Hansen et al, 2006a
Ref 3, Jorgensen et al., 2015b

Canibe et al, 2016

- In pigs of 24 kg
- pelleted diet, finely ground (corn/wheat base, 578 ± 1.89 m)
- 7-week measured performance



Score by endoscopy: 0 - normal, 1 – parakeratosis, 2 – erosions, mild ulcers, 3 - Severe ulceration

심한 위궤양 vs 부전각화증을 겪는 돼지들의 경우 FCR이 0.9포인트 증가
FCR increased by 0.9 for pigs with severe ulcers vs parakeratosis (individual values)

Ayles et al., 1996

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

위궤양 영향 요소
A multifactorial issue



이동 Transport
싸움 Fights
절식 Fasting

Composition
영양수준, 비타민, 미량 광물질
Nutritional levels
Vitamins, trace and minerals

과립 측정법
Presentation
Granulometry

폐렴 등
Pneumonia
Parasitism

Helicobacter, H. suis,
Fusobacterium gastrosuis

섭취량 제한 요소 Feed restriction
사육밀도, 합사 등 Density Animal mixes Soil type

비스테로이드성 항염증제
Nonsteroidal anti-inflammatory drugs
Salycilic acid

조정 가능한 원료 타입
Manipulable materials
Type/Position

멜라토닌 효과
Melatonin effect

고능력 종돈
High-performance lines

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 습식 사양과 위궤양 발생률
Liquid feeding decreases ulcer prevalence

Notes of ulcers:

Diet	#	0 - 1	1 - 3	3 - 4	4 - 5	5- 7	7
Dry	794	2%	49%	23%	13%	9%	4%
Liquid	657	14%	63%	11%	6%	5%	2%
Total	1,454	7%	55%	18%	10%	7%	3%

- 습식 사양: 더 건강한 위 상태 (궤양 지수 1미만) 혹은 더 적은 lesion 상태 (궤양 지수 3미만) $p<0.05$
  In liquid feeding: + healthy stomachs (notes <1) or with small lesions (note <3) $p<0.05$

Proportion of stomachs with an ulcer score > to 4 (moderate to severe lesions):

Diet	Mean	SD	P value (T-test)
Dry	25.6%	14.2%	<0.001
Liquid	12.8%	11.3%	<0.001
Total	19.8%	14.4%	

- 습식 사양: 보통 ~ 중증 lesion(궤양 지수 4이상)이 50% 감소
  In liquid feeding: - 50% moderate to severe lesions

→ 위궤양 개선 효과: 습식 사양 << 건식 사양 << 펠렛 사료 급여
→ **Importance of gastric ulcers: liquid feeding << meal << pellet**

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

습식사양의 사료효율 개선 효과
Liquid feeding also improves feed efficiency

- 습식 사양은 전통적인 건식 사양에 비해 잠재적인 이점들이 있습니다. 예를 들어 장 건강을 개선하고, 식품 및 바이오 연료 산업에서 나오는 저렴한 부산물들을 이용하며, 유연하고 용이한 급여 방식을 활용할 수 있으며, 효소와 미생물 접종 기술 응용을 쉽게 구현할 수 있는 것들이 있습니다.

Liquid feeding has several potential benefits over conventional dry feeding, such as improved gut health, use of inexpensive co-products from the food and bio-fuel industry, flexibility and ease of feed delivery, and manipulation of feeding value of ingredients with enzymes and microbial inoculants. (Scholten *et al.,* 1999; Brooks *et al.,* 2001; Van Winsen *et al.,* 2001; Missotten *et al.,* 2010)

Pig performance and carcass characteristics of pigs that were fed a barley- and wheat-based diets in either liquid or dry form

	Feeding system		SE Dif	*P*-value
	Liquid	Dry		
Initial body weight (kg)	34.14	34.23	1.29	ns
Final body weight (kg)	103.00	102.90	0.753	ns
Gain (g/d)	796	754	9.6	<0.001
Feed intake (87% DM) (kg/d)[2]	2.22	2.39	0.021	<0.001
Feed:Gain	2.27	2.53	0.027	<0.001
Carcass dressing (%)	73.96	74.62	0.207	<0.01
Backfat (mm)	11.45	11.39	0.304	ns

[1] MLC (2005); Stotfold research unit.

[2] DM = dry matter.

Effects of conventional dry feeding and liquid feeding of corn-based diets on growth performance and aspects of carcass quality of growing-finishing pigs

	Feeding system		SEM[2] (n=12)	*P*[2]
	Dry	Liquid		
Initial body weight (kg)	33.7	32.3		0.281
Final body weight (kg)	115.0	118.4	0.84	0.012
Gain (kg/day)	1.030	1.114	0.02	0.004
Feed intake (kg/day)[3]	2.72	2.80	0.04	0.069
Feed:Gain[3]	2.64	2.52	0.05	0.041
Apparent fecal organic matter digestibility (%)	87.0	87.8	0.45	0.243
Carcass weight (kg)[4]	93.0	93.1	1.86	0.932
Probe back fat (mm)[4]	18.4	19.0	1.23	0.485
Probe loin muscle depth (mm)[4]	60.6	60.5	1.87	0.947
Estimated lean yield (%)[4]	60.8	60.5	0.54	0.463

[1] Zhu *et al.* (2010); 12 pens per treatment with 8 pigs per pen. Liquid feeds were prepared by mixing a pelleted and crumbled supplement (containing all feed ingredients except corn) with water and ground dry corn; the water to feed dry matter ratio was 2.5 to 1. Liquid fed pigs were fed equal meals three times daily, at 06:00, 12:00 and at 17:00 h; at feeding all pigs were able to eat simultaneously and trough sensors were used to monitor liquid feed delivery. In the conventional dry feeding system, pigs were fed *ad libitum* feed a mix of the pelleted and crumbled supplement and ground corn from single space feeders. For all pigs additional water was available from nipple drinkers.

[2] SEM represents standard error of treatment means; *P* is the probability of feeding method effect.

[3] As fed basis (88% dry matter).

[4] Canadian carcass grading system.

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료원료 종류와 위궤양 발생의 관계
Some raw materials are more ulcerative than others

도움을 주는 원료 Preventive

- 귀리 Oats
- 보리(거친 분쇄) Barley (coarse grinding)

리스크가 있는 원료 Risk

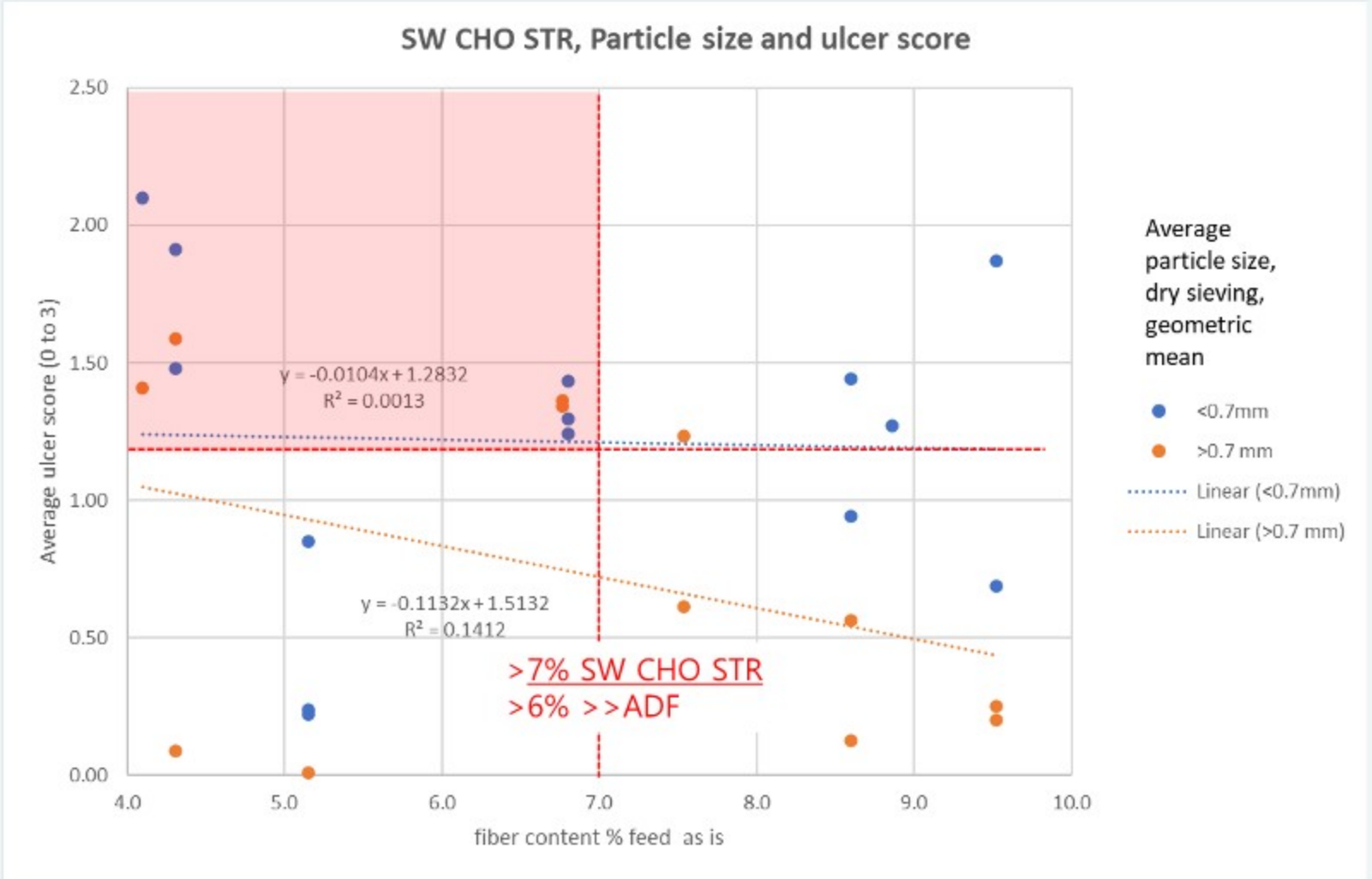
- 밀 Wheat
- 옥수수 Corn
- 보리(고운 분쇄) Barley(if fine grinding)
- 유장 Whey
- 젖은 옥수수(높은 아세트산 함유)
  Wet corn (with high [acetic acid])
- 액상급여 제품 Co-product in liquid feeding (pH 4.0 vs 4.5)

→ 원료의 매트릭스 관점에서 → **특정한 영양소와 관련이 있다?**
Focus the raw materials profile → **link to specific nutrients ?**
→ 부원료 사용의 주의점 관점에서 → **pH 관리가 중요할 수 있음**
Vigilance on the use of co-products → **pH management**

Royer et Granier, 2004; St Hilaire, 2005

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사료 입자도, 사료 내 섬유소, 위궤양 빈도
SW CHO STR, particle size and ulcer score



Cargill Innovation, 2021

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 위궤양 관련 연구 동향
Research trend in Ulcer prevention

- 농장 내 리스크 측정 툴을 만들 수 있나요?

  Can we build **on-farm risk assessment tools**?

- 혈청 또는 타액에서 살아있는 돼지의 위 건강을 평가하기 위한 잠재적인 바이오마커가 있습니까? Are there **any potential biomarkers** to assess stomach health on live pigs, in serum or saliva?

- 잠재적인 식물 추출물 혹은 프로바이오틱스 등을 통해 위궤양을 저감시킬 수 있나요? **Anti ulcer additives** either from potential plant extracts or probiotics?

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

2-4. 사료효율과 생리적 스트레스 관리
Managing Physiological Stress

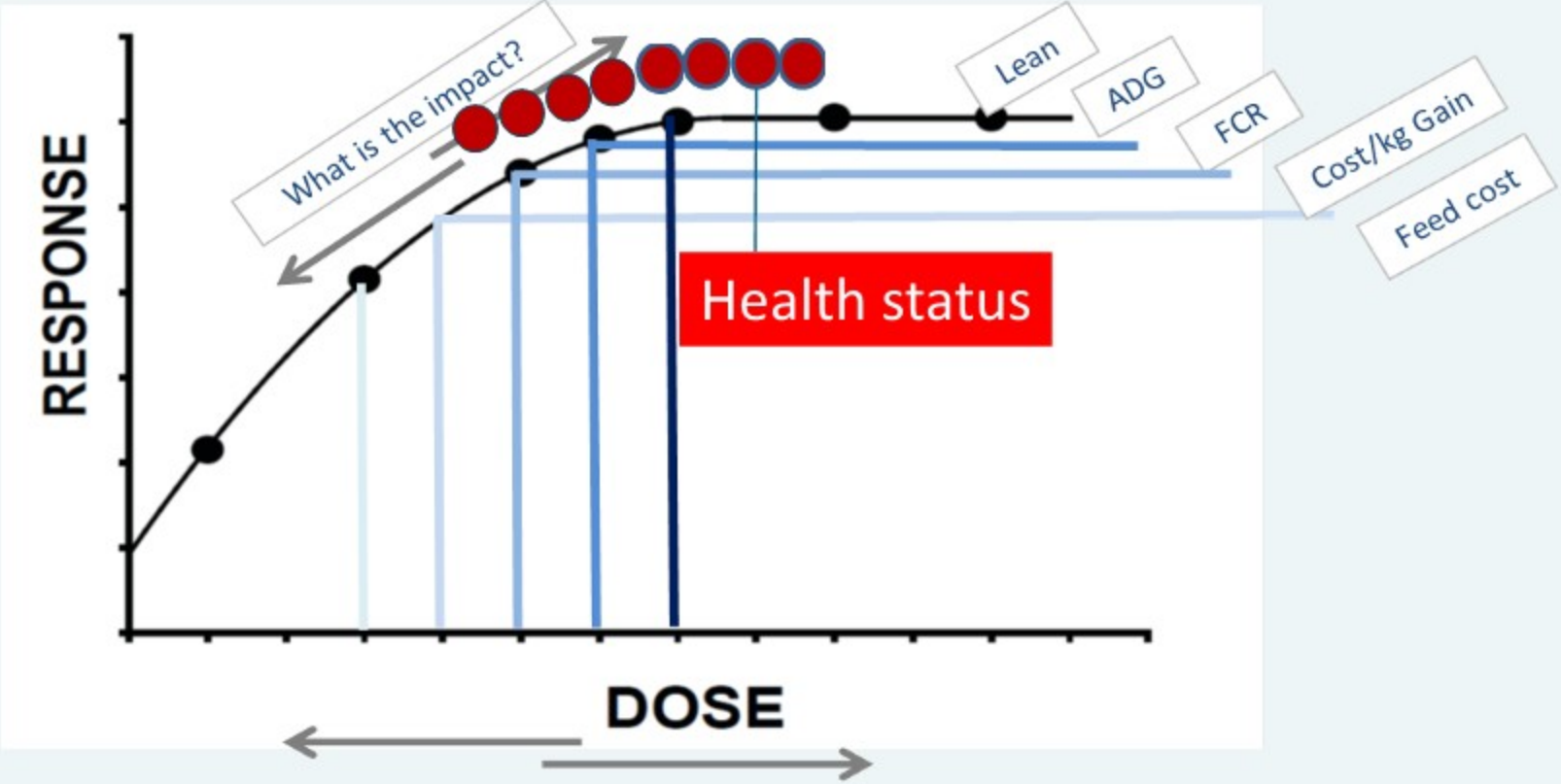
▣ 기능성 아미노산 Role of AA nutrition

▣ 스트레스 관리용 사료 첨가제 Special additives

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 정미 에너지과 아미노산 개념
The Net Energy And Amino Acid Concept

- 아미노산/ 정미에너지 반응은 평가 측정 항목에 따라 각기 다를 수 있습니다.
  Amino acid/ NE response will be different depending on parameter evaluated.
- 동물 건강 개선이 단백질 축적 최대치를 끌어 올릴 수 있다는 것은 당연한 지론입니다.
  It is no doubt that better health status can lift up potential Protein Deposition Max in animal.



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 동물 건강과 성장 성적과의 관계
Health challenge and growth performance

좋지 아니한 동물의 건강은 성장 성적을 최대 15%까지 악화시킬 수 있습니다.
Up to 15% reduced performance

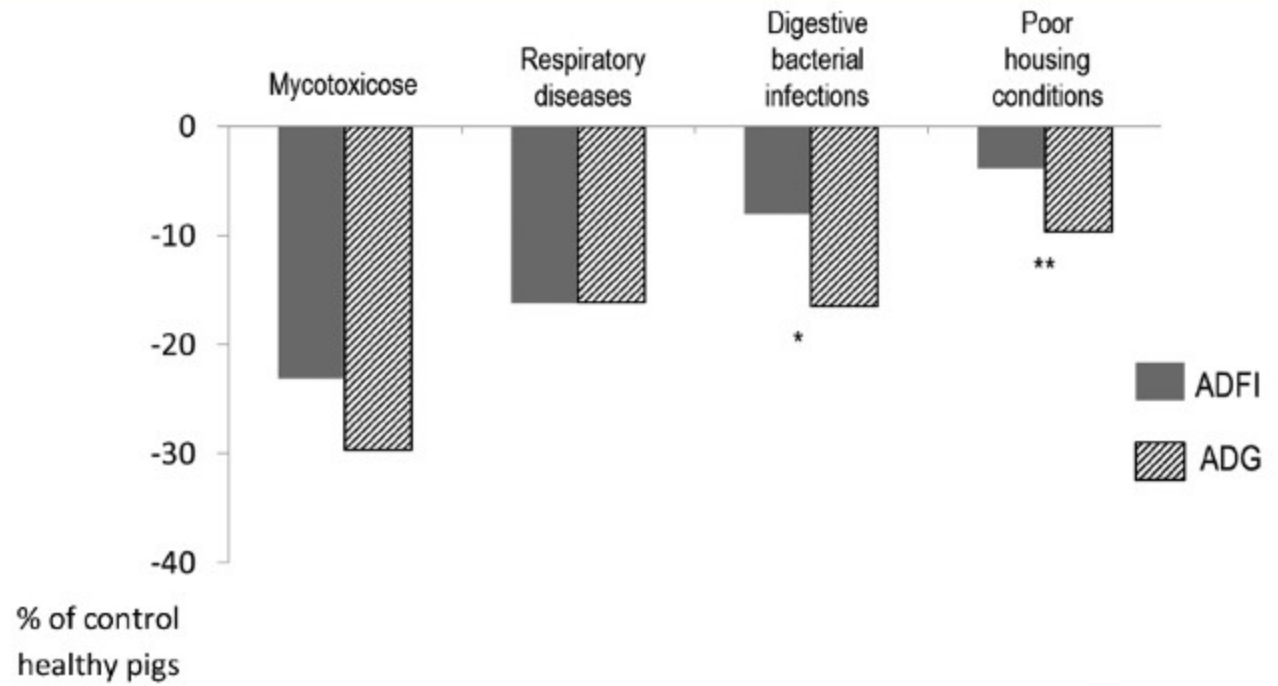


Fig. 1. Figure 1. Impacts of health disturbances on average daily feed intake (ADFI) and average daily growth (ADG) in % of the value for control healthy pigs (adapted from Pastorelli et al., 2012). The symbols *and ** indicate that the impacts of health disturbances differed for ADG and ADFI at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

Le Floc'h et al., 2018

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

정밀영양/저단백 사료는 필수
Precise Protein Nutrition and Low CP is essential

하부장관 내
미소화단백질 흐름
Undigested protein flow
in hindgut

단백질 발효
Protein fermentation

장내 병변, 염증
Intestinal lesions,
inflammation

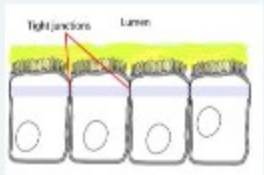
성장 정체
Growth depression

설사, 폐사, 발병
Scouring, mortality &
morbidity

Undesirable
bacterias

BC-VFA
Amines
Ammonia
P cresol,
indole,
skatole
High pH…..

발효대사물,
박테리오톡신,
분변냄새
Fermentation
metabolites,
bacteriotoxins,
odor emissions



낮은 단백질 소화
(+내생 기원 단백질)
Low protein digestion
(+proteins of
endogenous origin)

락틱,
비피도 박테리아
Lactic and
bifido bacteria

↗ 병원성 미생물의 증가
pathogenous bacterias

장 강건성
Intestinal integrity

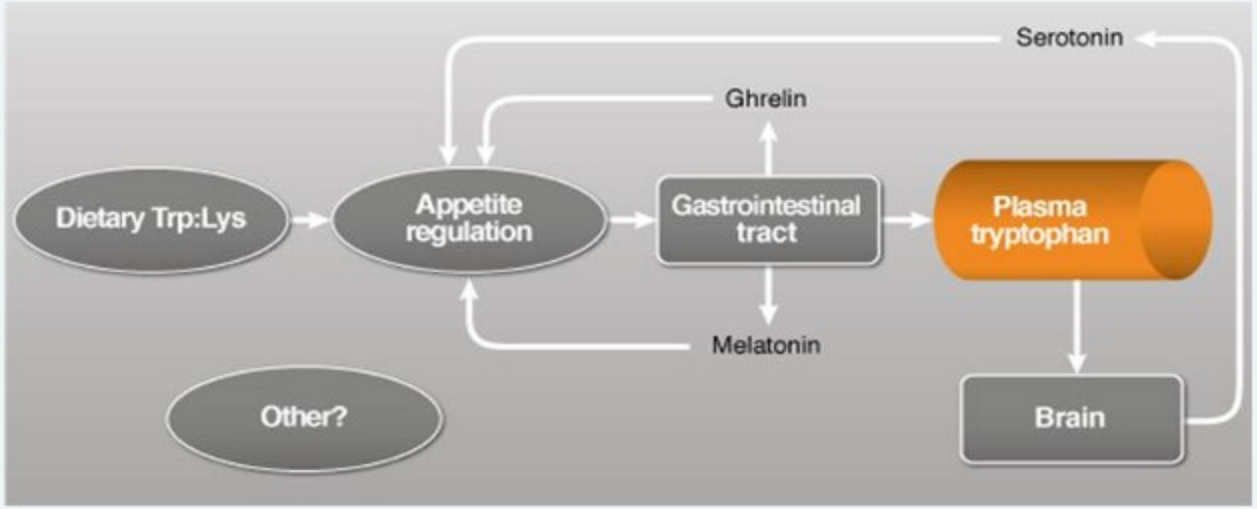
장내 점액층 증가
Thicker mucus layer
Better tight junction

장 결속력 증가 IGA
Antibody IgA

Decoux, 2013 - Article in All About Feed Jha and Berrocoso, 2016

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

트립토판 – 식욕/섭취량 관리
Tryptophan – Appetite Regulation



- 트립토판으로부터 소장에서 생합성되는 멜라토닌은 아마도 동물의 섭식과 소화 과정의 생체 리듬의 동기화를 관장하는 시그널로써 작용할 수 있습니다. → 이로 인한 사료 섭취량 증가
  Melatonin (derived from Tryptophan) in the GIT may serve as a signal for the synchronization of the feeding and digestion process → increase feed intake.

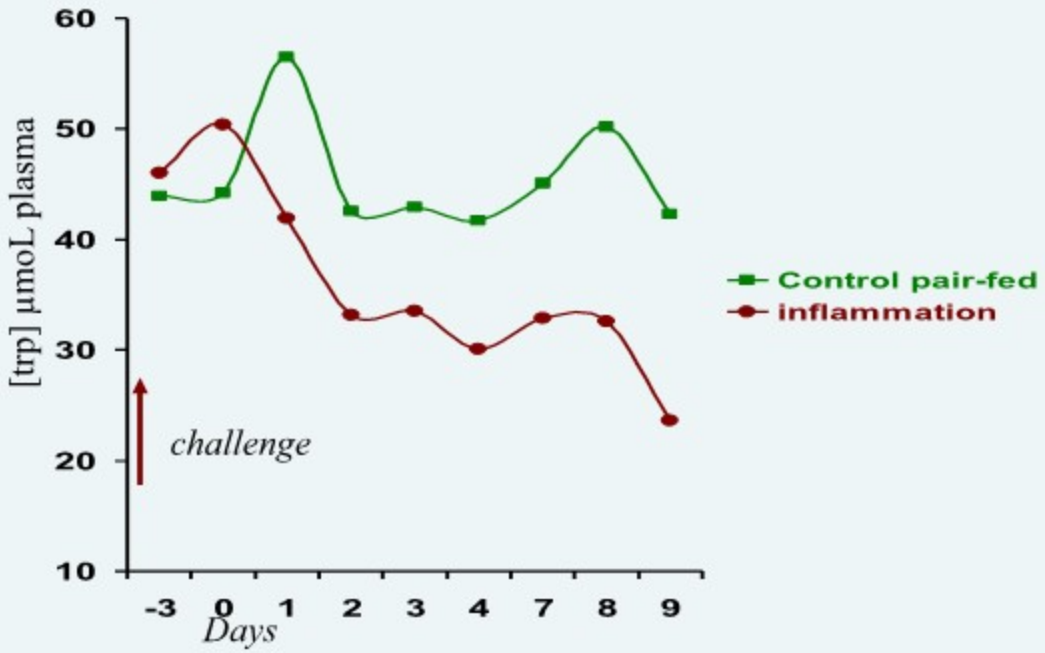
- 트립토판은 또한 그렐린의 생합성을 증가시킵니다. 장관에서의 그렐린은 미주 신경을 자극하고 배고픔 신호를 시상하부 식욕 조절 영역으로 전달합니다. → 이로 인한 사료 섭취량 증가
  Tryptophan increases the synthesis of Ghrelin. Ghrelin from GIT stimulates the vagus nerve and transmits the hunger signal to hypothalamus appetite regulatory region → increase feed intake.

- 트립토판은, 포만감과 식욕을 조절하는데 관련된 세로토닌의 생합성에 중추적인 전구체입니다.
  Tryptophan = precursor of the central production of Serotonin which is involved in the regulation of satiation and appetite.

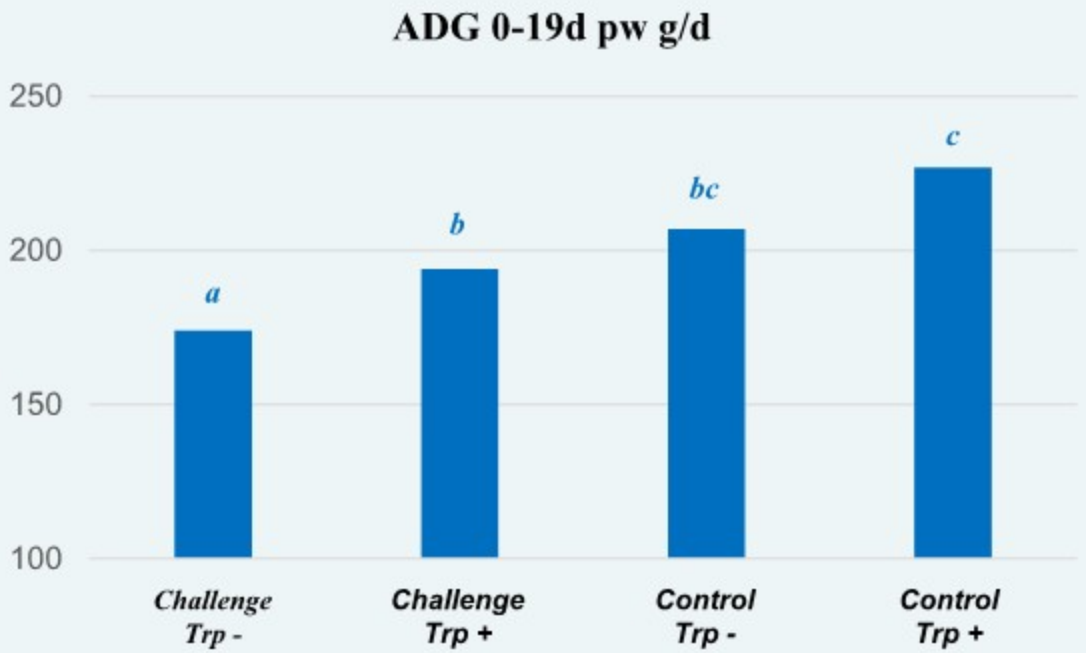
© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

사육 환경과 트립토판 요구율 관계
Tryptophan requirement gets higher when challenged

Higher Uptake Of Trp from Blood During Inflammation



Le Floc'h et al 2005, Melchior et al 2004



Trp - TRP:LYS = 0.19
Trp + TRP:LYS = 0.22

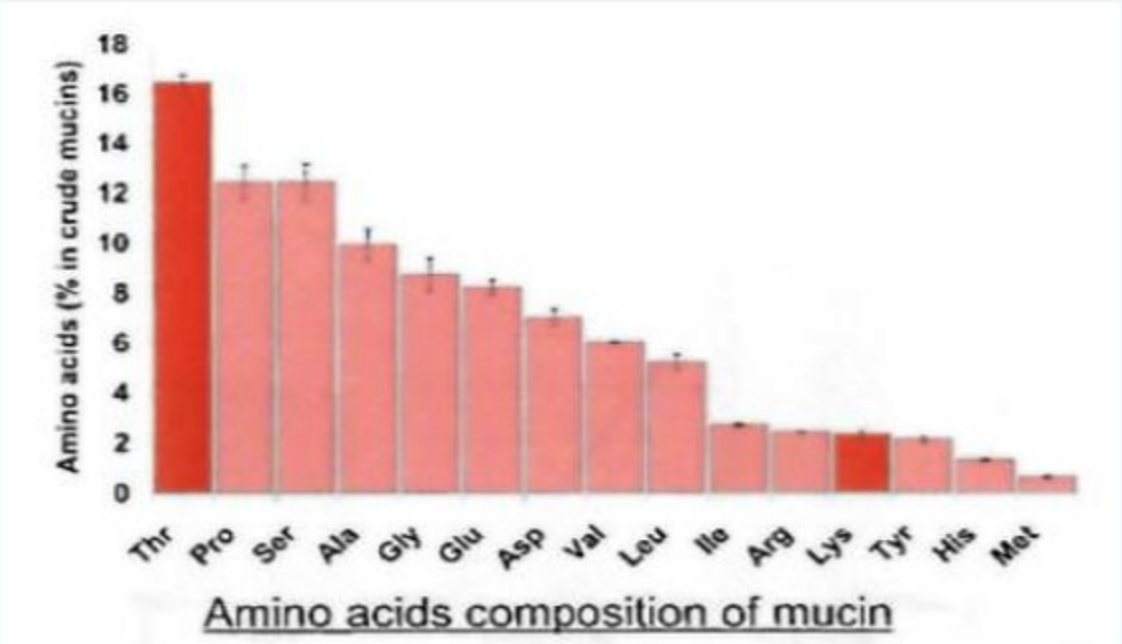
Le Floc'h et al 2005

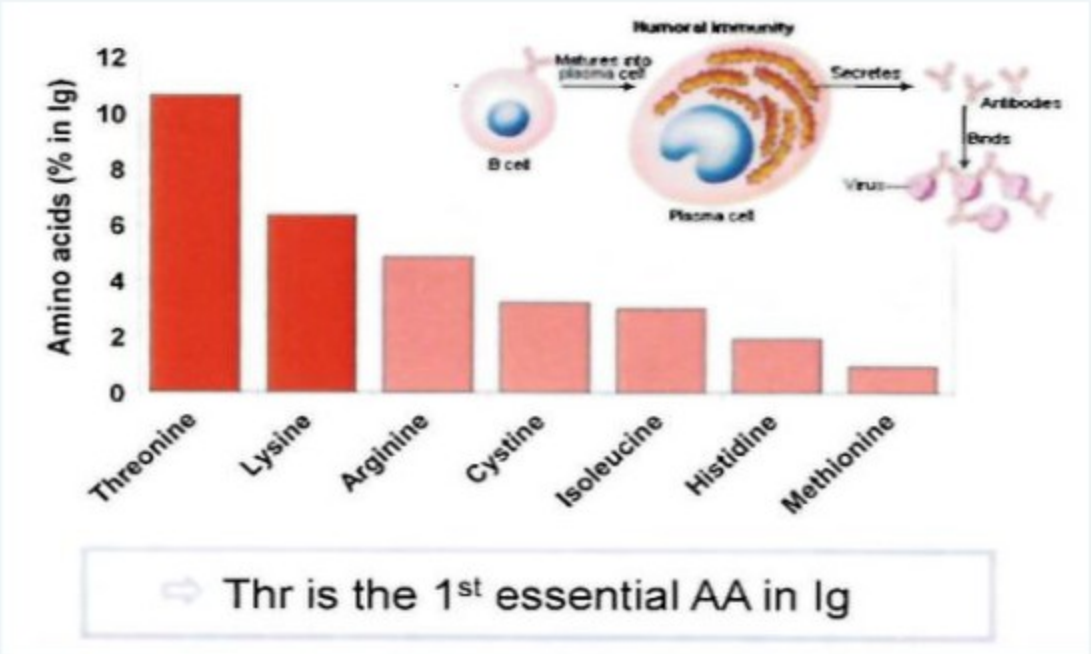
트립토판은 세포 분열에서 중요한 역할을 하고 면역 조절 기능을 합니다.
Tryptophan plays an important role in cell division (Mellor and Munn, 2004) and as immune modulator (Chen and Guillemin, 2009).

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 트레오닌은 뮤신과 면역계 중요 아미노산

Threonine is the highest AA in mucin and immunoglobulin





Lien et al 1997

트레오닌은 뮤신 생합성에 필요한 아미노산입니다. 또한 이 뮤신 생합성으로 장관 기능을 개선합니다. 트레오닌은 또한 체액성 항체와 면역단백질의 생성에서 중요한 역할을 합니다.

Threonine is required for the synthesis of mucins, and thereby promote the function of the gastrointestinal tract (Faure et al ., 2006). Threonine plays an important role in the production of humoral antibodies and immunoglobulins (Li et al ., 1999; Wang et al ., 2006).

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 현대 양돈 생산 시스템의 과제
Reality of modern farms

품종 개량
Genetic selection

⇩

고능력 가축의 증가
High producing animals :

✓ 높아지는 대사율
Elevated metabolic rate
✓ 염증에 더욱 취약해지는 상황
More prone to inflammation

⇩

더 많은 활성 산소 생성
More oxidative stress

현 가축 생산 시스템은 동물들에 더 많은 스트레스를 강요하는 실정
Modern production systems put more pressure on animals

⇣

항산화제의 더 많은 수요대두
Greater needs for antioxidant compounds

사육 환경 변화
Environment changes

⇩

농장관리의변화들 :
Changes in farming practices :

✓ 더높은사육밀도 Higher densities
✓ 항생제등약품처방감소추세
Reduced medication programs
✓ 기후변화로인한계절변이심화
More extreme weather patterns

⇩

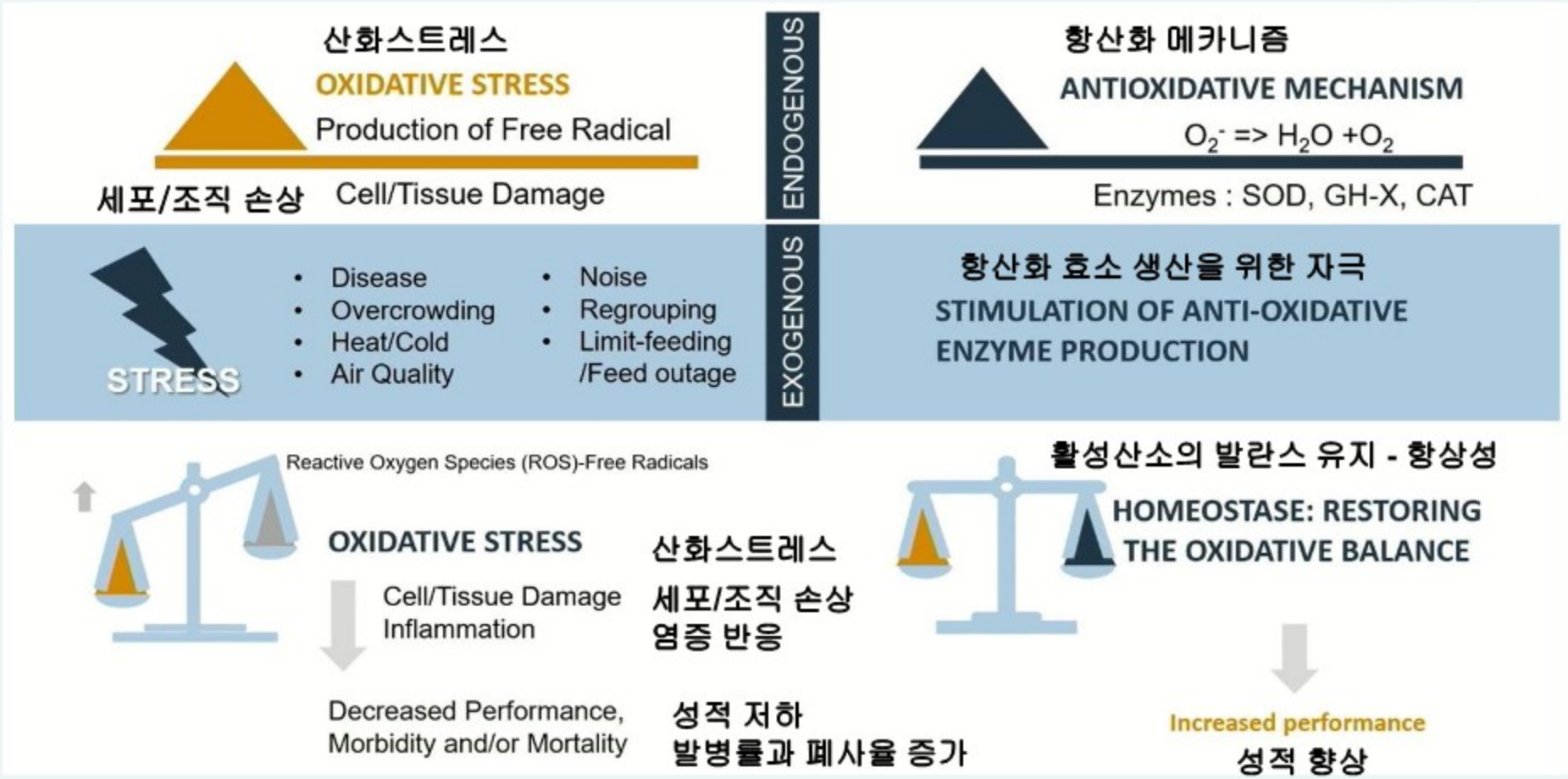
More oxidative stress
더 많은 활성 산소 생성

*"Lean muscle pigs show in fact abnormally high serum concentrations of reactive oxygen metabolites (ROMs), as opposed to rural swine (Brambilla et al., 2002). (…) This implies an **oxidative stress under resting conditions similar to that of human beings during intense physical exercise**" (Amadori and Zanotti, 2016)*

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

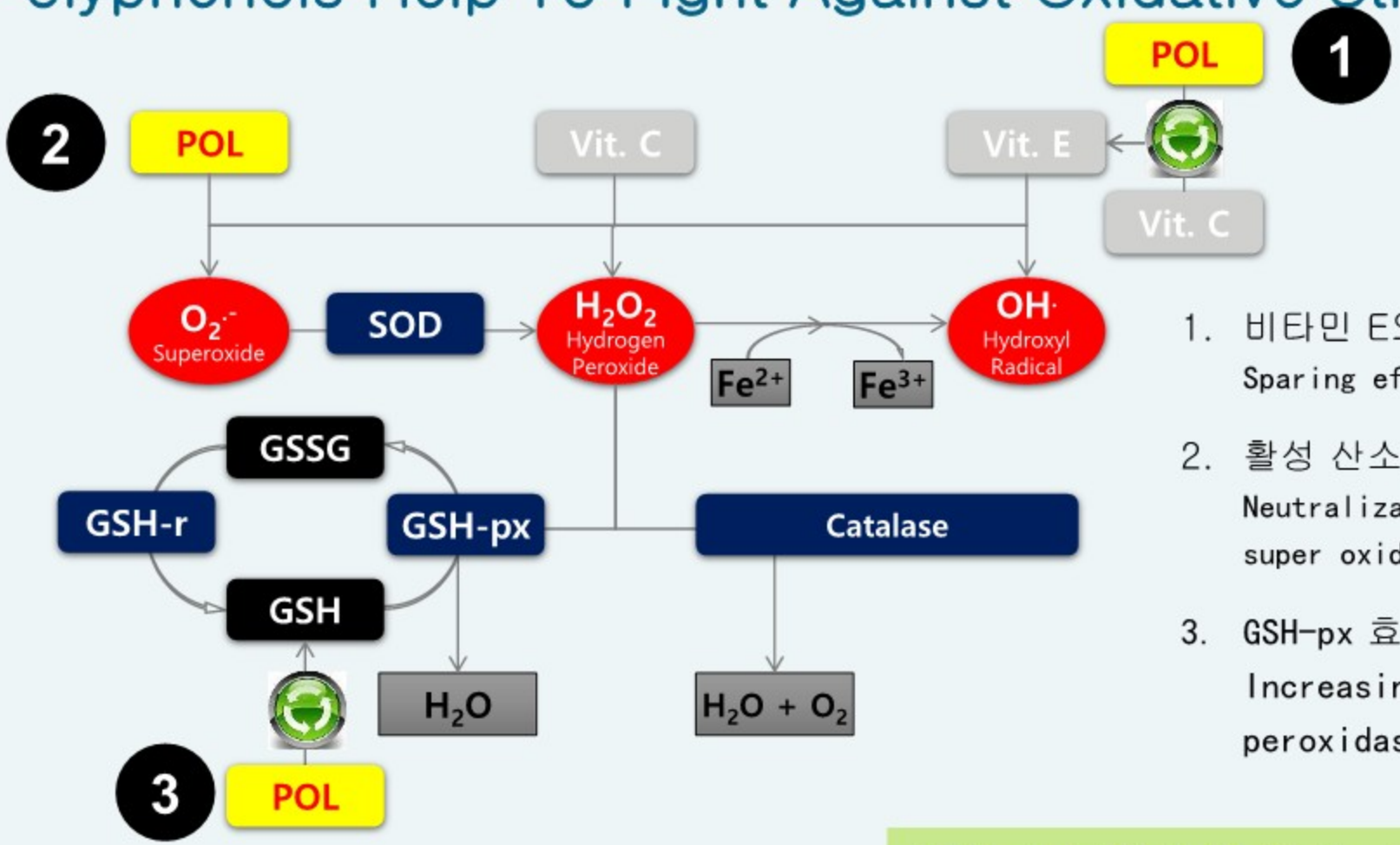
동물 체내 스트레스 대응 체계
Response to Physiological Stress

- 질병
- 밀사
- 혹서/혹한
- 공기의 질
- 소음
- 합사
- 사료의 제한



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

천연 폴리페놀과 산화 스트레스
Polyphenols Help To Fight Against Oxidative Stress

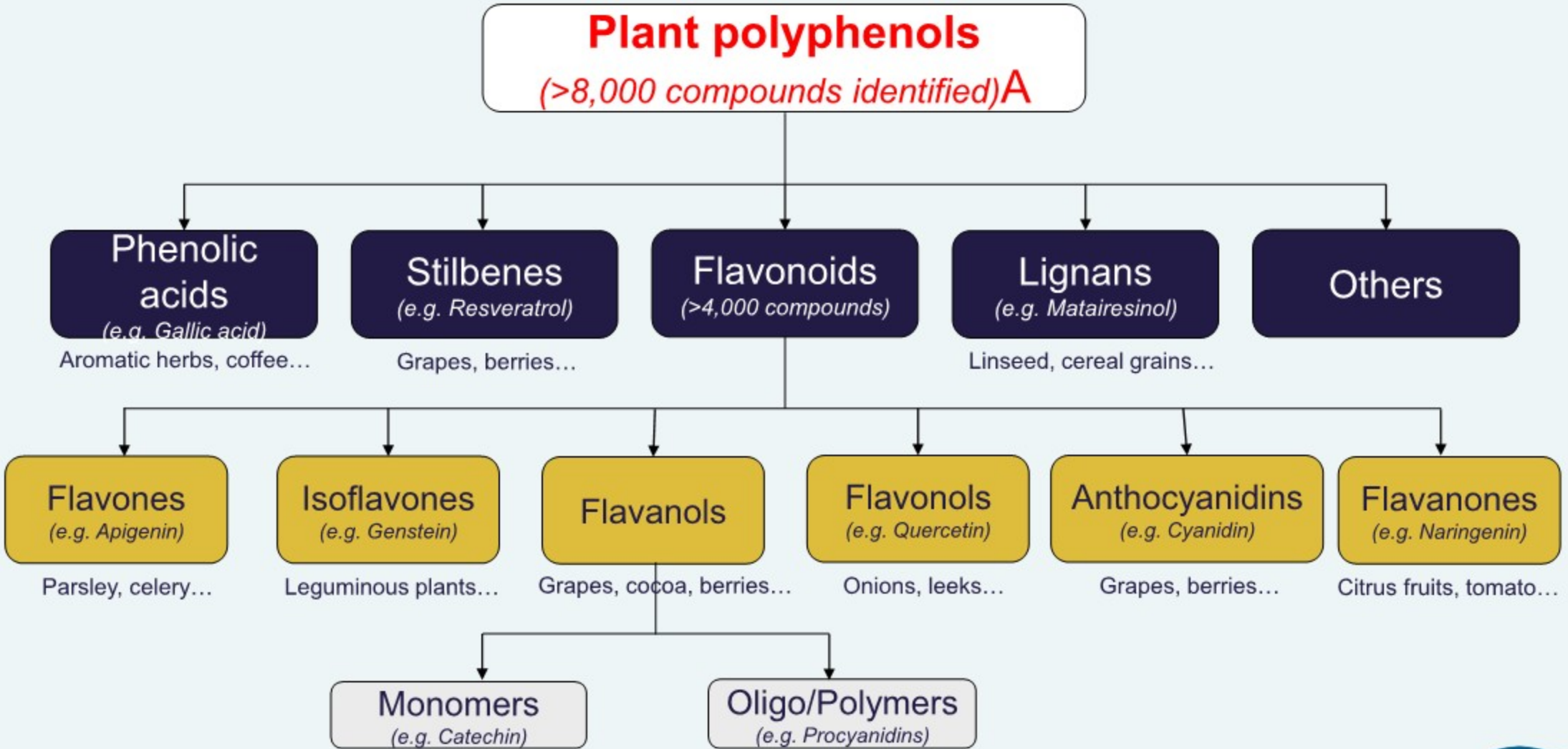


1. 비타민 E와 A의 대체 효과
   Sparing effect on Vitamin E and A
2. 활성 산소를 중화하여, SOD 효소 기능을 대체
   Neutralization of free radicals, helps to spare super oxide dismutase (SOD)
3. GSH-px 효소의 재생산 증가
   Increasing the regeneration of glutathione peroxidase (GSH-px)

산화 스트레스의 감소 → 면역 체계 개선
Reduce oxidative stress → Improve immune system

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 다양한 천연 항산화 물질
A broad range of natural antioxidants



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 다양한 천연 항산화물들의 효능
Bioactivity of phenolic compounds

	Resveratrol	Quercitin	Catechin	Pro-cyanidin	Antho-cyanidin	Gallic Acid
항산화 작용 Free radical scavenging	x	x	x	x	x	x
항 염증 Anti inflammatory	x	x	x	x		
항 박테리아 Anti-bacterial		x	x		x	
항 암 Anti-cancer			x	x		
플라스마 NO 수준 Enhancing plasma NO level	x					
지방산화에 대항하는 세포벽 보호 Protection membrane against lipid oxidation	x		x			
혈관(혈관 기능 강화) Vasorelaxation (Improve vascular functions)	x				x	
사멸 유도 Inducing apoptososis					x	
지질 대사 유도 Regulating lipid metabolism	x					
인슐린 민감도 증가 Increasing insulin sensitivity	x					

Source: compilation of publications adapted from Xi et al.,2011

- 모든 페놀성 화합물이 같은 것은 아닙니다. **Not all phenolic compounds are the same**
- 이 화합물들은 활성산소 제거능 이외에 다양한 기능이 있습니다. **They play other role than only free radical scavengers**

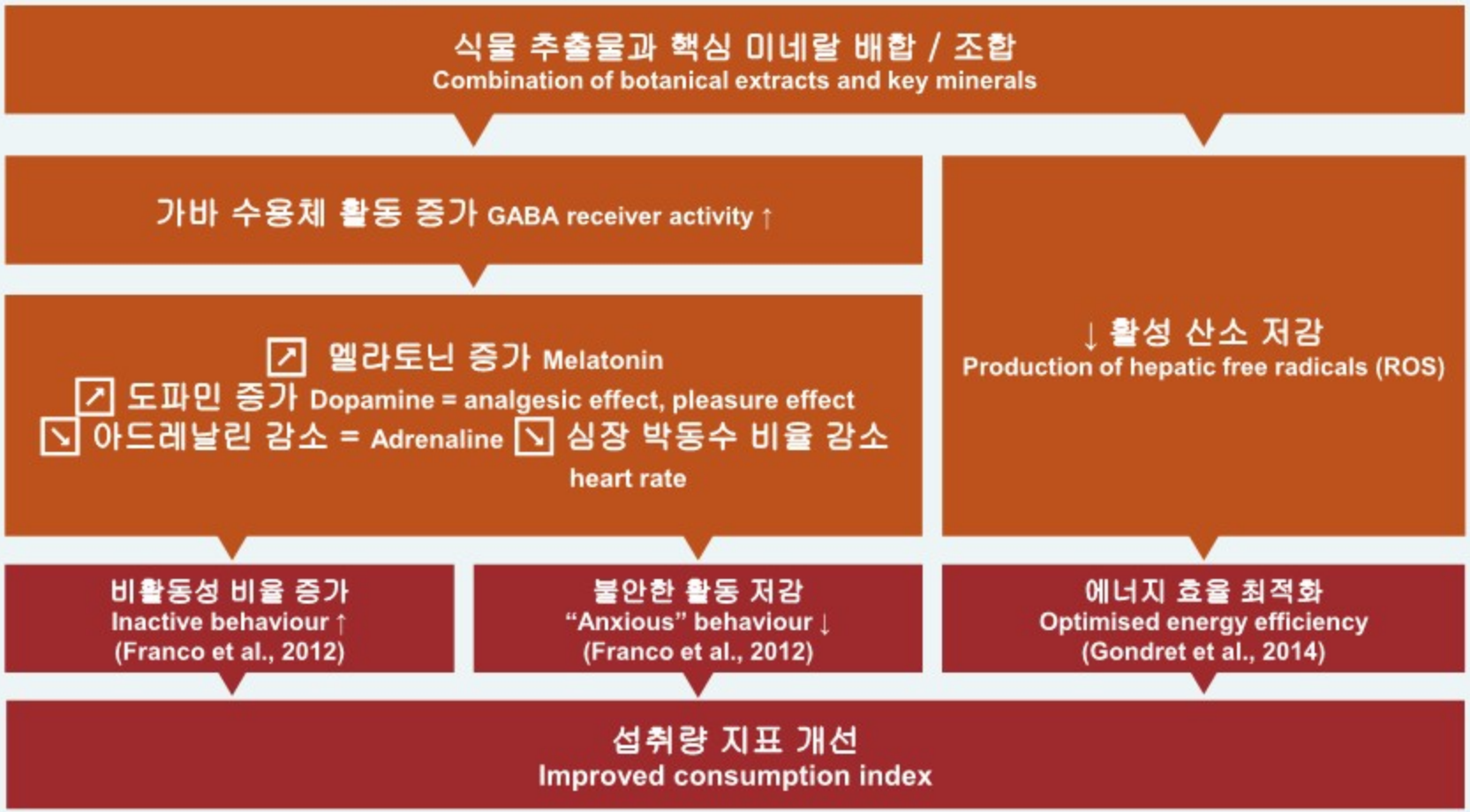
© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

스트레스 관리를 위한 또 다른 접근
Other solution for stress control

이중 작용 기전: Twofold mechanism of action:

스트레스 및 공격성 증상 완화 및 간 기능 유지에 도움

Relieve stress & aggression symptoms and maintain Liver function



3가지 핵심 이점 3 KEY BENEFITS

적은 사료로 동일한 성장(사료 요구율)
SAME GROWTH WITH LESS FEED (FCR)

- 에너지 효율성 증가
  Better energy management & efficiency

피부 및 상처 SKIN & CARCASS

- 투쟁으로 인한 피부 상처 저감,
  도축 시 첫 출하 3일 후 돼지들도 안정 상태
  Lower incidence and severity of skin damage(scratches or lesions), also in remaining pigs 3 days after first load to slaughter

복지 증진 ENHANCED WELFARE

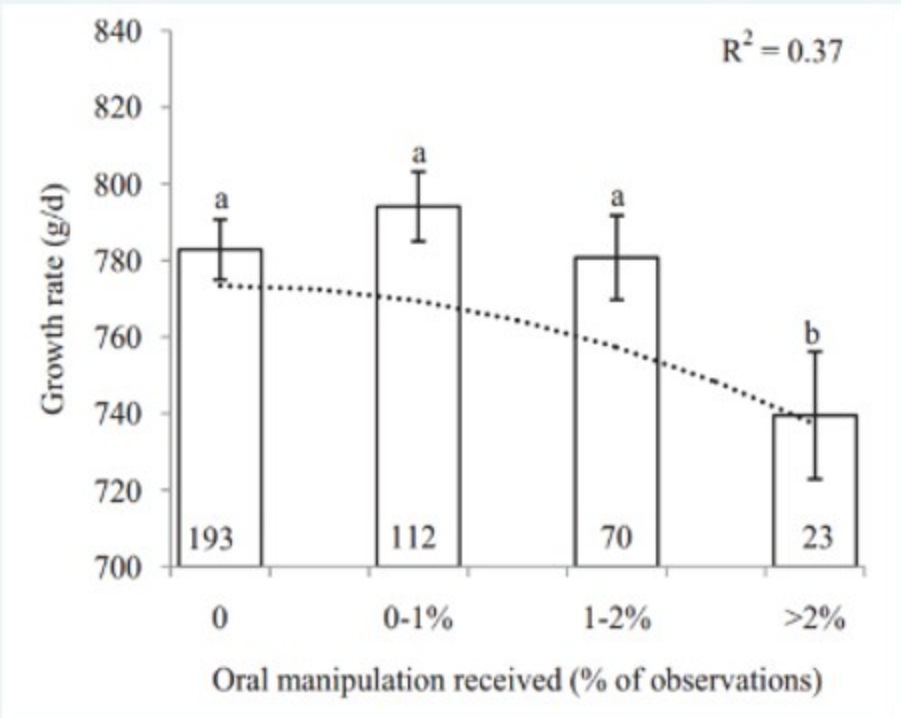
- 천연 진정/안정 효과 첨가제
  Natural calming effect on hog behaviour
- 합사 시 투쟁 감소
  Mixing and regrouping of hogs causes less issues (less fighting)
- 출하 시: 원할한 상차
  At Finishing: Easier loading, transport and unloading at slaughterhouse causes
- 관리자 안전, 업무 환경 개선
  Work environment improvement for staff

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 동물 복지 증진과 성장률
The importance of animal welfare

공격성 동물 행동성은 비육돈의 성장 성적을 5%나 감소시키는 영향이 있습니다.
Negative or aggressive social behaviour reduces pig growth performance during the fattening phase by 5%

- 증가하는 소비자들의 동물 복지에 대한 관심
  Regulations and consumer pressure
- 동물의 행동성을 개선하는 것이 성장 성적에 도움이 될 수 있습니다. Addressing behavioural problems and reducing stress in pigs has a positive impact on performance (Camerlink et al., 2012).
- 행동성 개선 미조치로 인해:
  Inhibiting development of the pig can lead to:
  - 동물 성장과 전반적인 성적 감소
    Growth and overall performance ↓
  - 가축 건강 회복능 감소 Health resistance ↓
  - 농가의 수익 악화 Income farmer ↓



Camerlink et al., 2012

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

스트레스 관리와 사료 효율
Managing Stress help to improve FCR

[Effect of ConverMax on the growth of fatteners]

구분	Control	ConverMax	Difference	P-value
시작 일령(일)	72	67	5days of age↓	0.3440
총 사육 일령(일)	177.7	173.8	3.9days↓	0.4656
비육사 사육기간(일)	122.5	114	8.5days↓	0.5000
시작 체중(kg/두)	28.3	26.95	1.4kg/pig↓	0.4208
종료 체중(kg/두)	110.95	111.25	0.3kg/pig↑	0.9208
일당 증체량(g/일/두)	674.80	742.64	68g/d↑	0.4881
일당 섭취량(g/일/두)	1968.81	2138.75	170g/d↑	0.5460
사료 효율	2.92	2.87	0.05↓	0.0552
폐사율(%)	8.5%	10.5%	2%↑	0.4276

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

■ 스트레스 관리와 사료 효율 (계속)
Managing Stress help to improve FCR

[사료 효율 향상 FCR Improvement]

구분	Control	ConverMax
총 사료 섭취량(kg)	381,176	176,639
총 체중 – 도체중(kg)	197,240	94,080
사료 효율	**1.933**	**1.878**
사료 효율 변화	**-**	**0.055**

[출하성적 개선 Harnest results]

구분	Control	ConverMax	Difference
살코기 비율(%)	75.27%	75.26%	0.01%↓
평균 생체중-도축 시(kg/pig)	**116.65**	**117.49**	**0.84kg↑**
높은 등급 지율(등급 1↑)	77.26%	76.80%	0.46%↓
1+ 등급	40.8%	36.9%	3.91%↓
1 등급	**36.5%**	**40.0%**	**3.46%↑**
2 등급	22.3%	22.3%	0.08%↓

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.

3. 결론 Take Home Message

- 사료 효율은 동물 개체 보다는 농장 관리 측면에서 분석되어야 합니다. Efficiency should be reviewed for farm operation, not by animal unit
- 영양소 평가 및 요구량 관점에서 어떠한 파트너가 더 정확하게 해당 가치들을 제공할 수 있는 파트너인지 선택하는 것이 중요합니다. Need to employ partners who can supply accuracy in terms of nutrients evaluation and nutrient requirement
- 지속가능성의 관점에서 사료 효율 개선 방안을 고려해야 합니다. Consider improving efficiency in line with sustainability
- 영양학을 넘어선 비영양적 요소에 주목할 필요가 있습니다. Look beyond nutrition
- 관련한 최신 기술에 더욱 관심을 기울여야 합니다. Keep an eye on emerging technologies

© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.



© 2021 Cargill, Incorporated. All rights reserved.


Cargill®
Helping
the world
thrive