농촌진흥청 보도자료 APEC 2025 KOREA

보도 시점 2025. 9. 25.(목) 11:00 / 9. 26.(금) 조간 배포 2025. 9. 25.(목) 09:00

인공지능으로 젖소 단백질 영양 정밀 설계한다

- 데이터 학습(머신러닝) 기반 예측 모형으로 젖소 단백질 요구량 정밀 산출
- 사료비 절감·분뇨 질소 저감 등 친환경 낙농 기대
- 2027년 개정 예정 '한국 젖소 사양표준' 반영 추진

농촌진흥청(청장 이승돈)은 젖소에 필요한 단백질 요구량을 인공지능으로 정밀하게 예측할 수 있는 데이터 학습(머신러닝) 기반 예측 모형(모델)을 개발했다고 밝혔다.

연구진은 미국 텍사스 에이엔엠(A&M) 대학교, 충남대학교와 공동으로 국내외 논문 436편에서 수집한 동물 정보와 유성분, 사료성분, 소화율, 소의 첫 번째 위(반추위) 내 특성 변화 등 1,700여 건의 데이터를 인공지능에 학습시켜 두 가지 예측 모형을 만들었다.

두 가지 예측 모형은 젖소에게 공급되는 핵심 단백질인 '반추위에서 분해되지 않고 소장에서 흡수되는 단백질(RUP)' 과 '반추위 미생물이 사료를 분해하며 합성하는 단백질(MicN)' 을 정확히 예측할 수 있도록 설계됐다.

기존 국제 모형(NASEM, 2021)보다 훨씬 정밀하게 젖소의 단백질 요구량을 계산할 수 있기 때문에 예측력이 약 2배 향상되는 것으로 나타났다.

이에 따라 사료를 적정량 급여하면서도 사료 비용과 분뇨에서 배출되는 질소가 줄어 농가 경영비와 환경오염 부담을 낮추는 효과를 볼 수 있다.

농가에서는 우유 생산성과 직결되는 젖소의 단백질 섭취량을 늘리기 위해 사료를 여유 있게 먹이는 경향이 있는데, 젖소에게 꼭 필요한 만큼의 단백질 요구량을 산출하면 그에 맞는 적정량의 사료만 투여할 수 있기 때문이다.

농촌진흥청은 이번 성과를 2027년 예정된 한국 젖소 사양표준 5차 개정에 반영해 과학적이고 정밀한 사양관리 체계를 마련할 계획이다.

농촌진흥청 국립축산과학원 낙농과 김상범 과장은 "이번에 개발한 예측 모형은 젖소 사양관리 효율을 높이는 동시에 지속 가능한 낙농업을 실현하는 기반이 될 것이다." 라며 "향후 사양시험을 통해 기술을 검증하고, 현장 활용도를 높이는 연구를 지속 추진하겠다." 라고 밝혔다.

붙임. 인공지능 활용 RUP와 MciN 요구량 예측모델 분석 결과

담당 부서	국립축산과학원 낙농과	책임자	과 장	김상범 (041-580-3380)
		담당자	연구사	김동현 (041-580-3402)

붙임 **인공지능 활용 RUP와 MciN 요구량 예측모델 분석 결과**

□ RUP 및 MciN 요구량 예측 모델 성능 분석

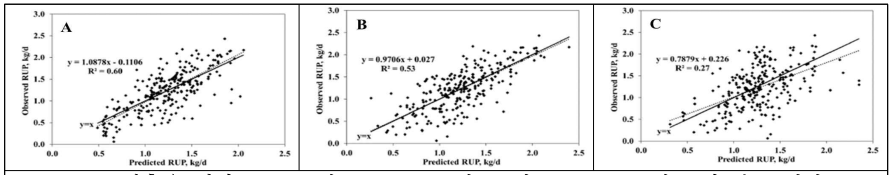
○ RUP 예측 모델의 5겹 교차 검증(5-fold cross validation) 평균 평가 성능

* RFR 모델이 가장 높은 정밀도(R^2, 0.60; RMSEP, 0.326)와 일치도(CCC, 0.71)를 나타냄

표 1. 반추위 미분해 단백질(RUP, kg/d) 예측을 위한 개발된 모델과 기존 모델의 적절성 평가

Model	Performance					
	R^2	RMSEP, kg/d	% RMSEP			CCC
			Mean Bias	Slope Bias	Random Bias	
RFR	**0.60**	**0.326**	**4.7**	**5.2***	**90.1**	**0.71**
SVR	0.53	0.349	3.7	1.2	95.1	0.68
NASEM	0.27	0.437	2.9	3.2	93.9	0.45

RFR, random forest regression; SVR, Support vector regression; NASEM, NRC dairy (2021); RMSEP, root mean square error of prediction; CCC, concordance correlation coefficient
*Statistically significant slope bias ($P < 0.05$) was shown in 1 out of 5 folds.



RUP 예측을 위한 RFR 모델(A), SVR 모델(B) 및 NASEM 모델(C)의 분포 결과

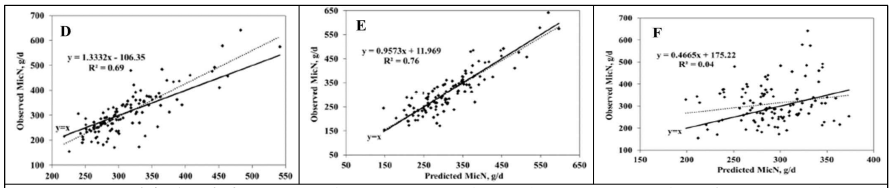
○ MciN 예측 모델의 5겹 교차 검증(5-fold cross validation) 평균 평가 성능

* SVR 모델이 가장 정밀도(R^2, 0.76; RMSEP, 42.4)와 일치도(CCC, 0.86)를 나타냄

표 2. 미생물체단백질(MciN, kg/d) 예측을 위한 개발된 모델과 기존 모델의 적절성 평가

Model	Performance					
	R^2	RMSEP, kg/d	% RMSEP			CCC
			Mean Bias	Slope Bias	Random Bias	
RFR	0.69	52.0	4.9	14.1*	81.1	0.73
SVR	**0.76**	**42.4**	**1.8**	**5.6**	**92.7**	**0.86**
NASEM	0.04	90.7	5.5**	6.4	88.2	0.13

RFR, random forest regression; SVR, Support vector regression; NASEM, NRC dairy (2021); RMSEP, root mean square error of prediction; CCC, concordance correlation coefficient
*Statistically significant slope bias ($P < 0.05$) was shown in 2 out of 5 folds.
**Statistically significant mean bias ($P < 0.05$) was shown in 1 out of 5 folds.



MciN 예측을 위한 RFR 모델(D), SVR 모델(E) 및 NASEM 모델(F)의 분포 결과

□ 논문 게재

animals

MDPI

Article

Development of Machine Learning Models for Estimating Metabolizable Protein Supply from Feed in Lactating Dairy Cows

Mingyung Lee [1], Dong Hyeon Kim [2], Seongwon Seo [3] and Luis O. Tedeschi [1,*]

[1] Department of Animal Science, Texas A&M University, College Station, TX 77843, USA; mingyung@tamu.edu
[2] Dairy Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Cheonan 31000, Republic of Korea; kimdh3465@korea.kr
[3] Division of Animal and Dairy Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea; swseo@cnu.ac.kr
* Correspondence: luis.tedeschi@tamu.edu

Simple Summary: Predicting how much protein from the diet is digested and used by dairy cows is crucial for improving their nutrition and milk yield while achieving sustainable cattle production. This study used novel machine learning techniques to develop models that predict two important protein-related factors: rumen-undegradable protein (RUP) and duodenal microbial nitrogen (MicN). By analyzing a large dataset from scientific studies, we created two models using support vector regression (SVR) and random forest regression (RFR). The results showed that our models outperformed traditional prediction methods, providing more accurate and precise estimates. The RFR model was the best for predicting RUP, while the SVR model performed best for MicN. These improvements could help farmers and animal nutritionists formulate better diets for dairy cows, reducing waste and improving efficiency. Future research could combine traditional and machine learning-based models to refine predictions further, benefiting the dairy industry and the environment.

Abstract: Accurate prediction of protein utilization in dairy cows is essential for optimizing nutrition and milk yield to achieve sustainable cattle production. This study aimed to develop novel machine learning models to predict rumen-undegradable protein (RUP) and duodenal microbial nitrogen (MicN) based on dietary protein intake. A dataset comprising 1779 observations from 436 scientific publications was used to train support vector regression (SVR) and random forest regression (RFR) models. Different predictor sets were identified for each model, including factors such as days in milk (DIM), dry matter intake (DMI), dietary fiber content, and crude protein fractions. Model performance was evaluated using statistical metrics, including the coefficient of determination (R^2), root mean square error of prediction (RMSEP), and concordance correlation coefficient (CCC), with results compared to existing NASEM (2021) models. The RFR model provided the most precise and unbiased predictions for RUP (R^2 = 0.60, RMSEP = 0.326 kg/d, CCC = 0.71), while the SVR model was most effective for MicN (R^2 = 0.76, RMSEP = 42.4 g/d, CCC = 0.86). Both models outperformed traditional methods, demonstrating the potential of machine learning in improving protein utilization predictions. Future studies could explore hybrid approaches integrating conventional and AI-based models to enhance predictive accuracy.

Keywords: duodenal microbial nitrogen; lactating Holstein cows; random forest regression; rumen-undegradable protein; support vector regression

check for updates

Academic Editor: Gabriella Holló
Received: 6 February 2025
Revised: 23 February 2025
Accepted: 25 February 2025
Published: 26 February 2025

Citation: Lee, M.; Kim, D.H.; Seo, S.; Tedeschi, L.O. Development of Machine Learning Models for Estimating Metabolizable Protein Supply from Feed in Lactating Dairy Cows. *Animals* **2025**, *15*, 687. https://doi.org/10.3390/ani15050687