

7. 牧草・飼料作物の栽培、利用技術

(7) 近赤外分析法（NIRS）による自給飼料の品質評価に関する調査研究

Investigation research on the self-support feed quality evaluation by Near infrared reflectance spectroscopy

安高 康幸・田中 伸幸・堀 元司¹⁾・吉川 淳二

要 旨

飼料イネサイレージ（WCS）の検量線については水分（MOIS）、粗脂肪（EE）については相関係数が低かったもののその他の成分は0.9前後と高い相関が得られた。EI 値は水分、NFE でやや高かったもののすべて C ランク以上で推定可能な検量線が得られた。

トウモロコシサイレージの検量線については粗タンパク質（CP）、粗脂肪（EE）、硝酸態窒素（NO₃⁻）について相関係数が0.8を下回ったものの、その他は0.8を越える高い相関が得られた。EI 値は硝酸態窒素（NO₃⁻）で D ランクになったもののその他は B ランク以上で推定可能な検量線が得られた。

キーワード：近赤外分析、トウモロコシ、WCS、硝酸態窒素

背景及び目的

近年、輸入飼料に起因していると思われる BSE や口蹄疫等が発生し、また、水田転作等の拡大に対応して、自給飼料生産に対する意識が高まっている。こうした粗飼料の栄養成分を知ることにより、適正な栽培管理や給与する際の飼料設計を行うことで効率的な管理が可能となる。しかし、化学分析では5～7日間の期間と多くの労力を必要とするため、より迅速で正確な分析法が求められている。

このため、飼料1点当たり数分間で分析できる近赤外分光分析機（near infrared reflectance spectroscopy：NIRS）による飼料分析が進められているが、分析を行うためには各飼料ごとに100～200点の標準飼料を用いて検量線を作成する必要がある。

本試験では、こうしたことからNIRSによる飼料分析をおこなうための検量線作成をおこなった。

材料及び方法

1. 供試材料

トウモロコシ、飼料イネ WCS とともに大分県内の農家及び試験場内で生産された100点、69点を用いた。

2. 分析前処理

前処理は乾燥機で70℃、48時間乾燥後、ウィリー型粉碎器で1mmに粉碎したものをさらにサイクロンミルで0.5mmに粉碎したものをを用いた。

3. 化学分析

化学分析は粉碎した試料の水分、粗蛋白質、粗脂肪、可溶性無窒素物、粗繊維、粗灰分、硝酸態窒素について飼料分析基準¹⁾に基づき定量した。

4. 近赤外線分析

近赤外分析は化学分析を行った試料を用いた。近赤外分光分析計はニレコ社製のNIRSystem6500型を使用し、測定波長1,100～2,500nmで測定し、その後、2次微分処理を行い、線形重回帰分析により検量線を作成した。

5. 検量線の検定及び評価

作成された検量線の検定は検定用サンプルを用いその精度を検定し、さらに水野ら²⁾が考案したEvaluation index (EI) 法により評価した。EI 値は次式で表され広く検量線の評価に用いられるものである。

1) 現大分県産業科学技術センター

$$EI = \frac{2 \times SDP}{レンジ} \times 100$$

水野らによる EI 値の判定基準を表 1 に表す。

表 1 EI 値による判定基準

EI (%)	ランク	精度
- 12.4	A	非常に高い
12.5 - 24.9	B	高い
25.0 - 37.4	C	やや高い
37.5 - 49.9	D	低い
50.0 -	E	非常に低い

結果及び考察

表 2、表 3 に飼料イネ WCS、トウモロコシサイレージの一般成分と標準偏差、最大値、最小値を示した。トウモロコシサイレージは検量線作成用に 7 4 点、検定用に 2 6 点、飼料イネ WCS は検量線作成用に 4 3 点、検定用に 2 6 点使用した。

1. 飼料イネ WCS の検量線

表 4 に飼料イネ WCS の検量線及び検定結果を示した。使用波長はすべて 4 波長使用した。相関係数は水分、粗脂肪で 0.8 を下回ったがその他の成分 0.857~0.986 と高い相関が得られた。標準誤差は NFE、粗繊維、粗灰分で 1 を超えたがその他の成分は低い結果が得られた。求められた検量線の検定結果は全体に相関係数はやや低かったが SDP や Slope は良好な結果が得られ特に EI 値は全成分 30% 以下であり全成分で C ランク以上の良好な結果が得られた。

表 2 飼料イネサイレージ (WCS) の検量線作成及び検定用サンプルの成分

	検量線作成用 (N=43)				検定用 (N=26)			
	平均 ± SD	最大値	最小値		平均 ± SD	最大値	最小値	
MOIS	4.41 ± 1.35	10.28	1.78		4.05 ± 0.62	5.33	3.02	
CP	5.32 ± 1.20	8.99	2.07		5.54 ± 1.34	7.54	1.62	
EE	2.46 ± 0.49	5.19	1.47		3.11 ± 0.72	4.63	1.57	
NFE	46.97 ± 11.84	72.33	25.28		37.17 ± 3.01	42.49	32.06	
CF	26.81 ± 7.37	38.16	10.74		30.78 ± 2.76	36.23	26.40	
CA	14.02 ± 5.33	26.68	3.77		19.35 ± 2.83	24.80	13.74	

2. トウモロコシサイレージの検量線

表 5 にトウモロコシサイレージの検量線及び検定結果を示した。使用波長は 4 波長使用した。相関係数は粗タンパク質、粗脂肪、硝酸態窒素が 0.8 を切る結果となったがその他の成分は 0.8 を上回る高い相関を示した。標準誤差は今回全体的に高い数字を示した。特に値の幅が大きい硝酸態窒素は 57.25 となった。求められた検量線の検定結果は硝酸態窒素、粗タンパク質で相関係数がやや低かった。EI 値は硝酸態窒素で 42.3% の D ランクとなり精度がやや低かったもののその他の成分については 23% 以下の B ランク以上で精度も高い推定可能な検量線が得られた。硝酸態窒素やミネラル成分は無機物であり水素原子等に関わる振動を持たないため本来 NIRS では直接推定不可能であるが母集団を限定することにより精度を向上させることができるといわれている。今回、母集団をある程度限定したが H15、H16 年の度重なる台風などの気象災害により、十分なサンプルが収集できなかったことにより精度がやや落ちたのではないかと考えられる。

今後、日常分析を通じてサンプル数を増やし検量線の精度の向上を行っていく必要がある。

表3 トウモロコシサイレージの検量線作成及び検定用サンプルの成分

	検量線作成用 (N=74)				検定用 (N=26)		
	平均 ± SD	最大値	最小値	平均 ± SD	最大値	最小値	
MOIS	7.16 ± 2.27	19.36	3.39	6.11 ± 1.05	8.14	4.01	
CP	7.48 ± 1.72	10.76	1.40	7.03 ± 1.70	10.22	2.17	
EE	4.05 ± 1.28	7.77	1.52	4.86 ± 1.80	8.16	1.81	
NFE	48.32 ± 6.93	62.73	30.93	53.55 ± 6.07	65.58	44.59	
CF	25.88 ± 5.08	42.92	16.44	22.33 ± 4.01	30.20	16.51	
CA	6.95 ± 1.58	11.65	3.05	6.13 ± 1.42	8.40	3.61	
NO3-	190.23 ± 319.64	1601.70	0.00	32.05 ± 58.61	274.30	0.00	

表4 飼料イネサイレージ (WCS)の検量線及び検定

	回帰分析	検量線						検量線の検定			
		使用波長 (nm)				r	SEC	r	SDP	Slope	EI
		1	2	3	4						
MOIS	MLR	1616	1548	1492	2268	0.706	0.662	0.539	0.311	1.031	26.9
CP	MLR	2160	1222	1690	1262	0.857	0.627	0.840	0.585	0.899	19.8
EE	MLR	1718	1820	1176	2034	0.687	0.362	0.587	0.354	0.140	23.1
NFE	MLR	1996	2350	1350	1454	0.986	2.030	0.893	1.490	1.132	28.6
CF	MLR	2286	1706	1818	2254	0.968	1.860	0.919	1.350	0.171	27.5
CA	MLR	1898	1984	1554	1730	0.968	1.350	0.917	0.565	0.979	10.2

r:相関係数 SEC:検量線における標準誤差 (DM%) SDP:差の標準偏差 Bias:実測値と推定値の平均差
Slope:検量線の傾き EI:EI値 (2*SDP/Renge*100)

表5 トウモロコシサイレージの検量線及び検定

	回帰分析	検量線						検量線の検定			
		使用波長 (nm)				r	SEC	r	SDP	Slope	EI
		1	2	3	4						
MOIS	MLR	2318	1842	1350	1794	0.815	1.350	0.842	0.480	1.008	23.2
CP	MLR	2170	1714	1174	1214	0.643	1.360	0.590	0.491	0.622	12.2
EE	MLR	1764	1724	1542	2444	0.794	0.803	0.910	0.268	0.998	8.4
NFE	MLR	2284	1900	1554	1800	0.935	2.540	0.942	1.940	0.982	18.5
CF	MLR	2384	2296	1898	1352	0.961	1.450	0.965	1.430	0.803	20.9
CA	MLR	2386	1788	1152	1348	0.829	0.912	0.915	0.552	0.936	23.0
NO3-	MLR	1552	2460	1660	1806	0.719	57.250	0.146	58.000	1.000	42.3

r:相関係数 SEC:検量線における標準誤差 (DM%) SDP:差の標準偏差 Bias:実測値と推定値の平均差
Slope:検量線の傾き EI:EI値 (2*SDP/Renge*100)

引用文献

- 1) 飼料分析基準 農林水産省 平成7年11月5日
- 2) 水野和彦・石栗敏機・近藤恒夫・加藤忠司 草地試験場研究報告 38 p35-p47 (1988)