

牧草の栄養価と育種

後 藤 寛 治*

最近Woodford³²⁾が指摘したように、Tilley & Terry²⁹⁾が、*in vitro* でかなり正確に *in vivo* の digestibility (消化性) を推定できる方法を開発して以来、牧草の品質に関する研究は急速に進展した。しかも、ごく少量のサンプルで消化率がわかるので、育種場で広く応用されるようになり、消化率に対する選抜の結果が、つぎつぎに報告されている。

また、Miles¹⁸⁾らが云うように、現在の家畜栄養の研究段階では、品質の点で理想的な草の定義を与えるまでに至っていないので、どのような育種目標にしぼって選抜を進めるべきかについて、確たる指針はないとも云える。しかし、色々な草種や品種で、品質に関連した諸成分に変異が見出される一方、家畜による草の評価が大きなスケールで行なわれるようになり、品質のよい草を追う研究者の活躍は、枚きよにいとまがない位である。

ここでは、牧草の栄養的価値に関する研究の概要を述べ、それに対応した育種の進歩をトレースしてみたい。

1、成分に関する遺伝的変異

栄養的に価値のある成分に入る前に、有害成分についてふれておくことにしよう。

Raymond²³⁾によると、*Phalaris tuberosa* (ラージ・カナリーグラス) には dimethyl tryptamine 系の物質が含まれており、“Phalaris Staggers”を、*Festuca arundinacea* (トール・フェスク) には、festucine が含まれており、“fescue foot”を、*Lolium* 属 (ライグラス類) には、Perlolone が含まれており、羊の光過敏症を起す。一方マメ科牧草は、多量に採食すると“bloat”を起すが、これは Saponin によるらしいとされている。

北海道では作付されていないが、*Trifolium Subterraneum* (サブテラニアン・クローバ) の卵巣ホルモン系物質は不妊と関係があり、スイート・クローバに含まれている Coumarin も羊に有害である。最近“bloat”の原因をなす物質として、18-S 蛋白が検出される等、マメ科牧草の有害性成分の研究は著しく進歩した。この点については、Goplen¹⁵⁾が詳しく紹介している。

1950年代までは、牧草育種家の興味は、蛋白含量に集中していた。育種目標の1つには多葉性があげられ、栄養価は高蛋白の同意語のように扱われていたわけである。

古くは、Pickett²⁰⁾がブroom・グラスで蛋白とカロチン含量の系統間差異を発見し、Clarke⁸⁾も、オーチャードグラスの株間で交配実験を行ない、カロチンでは含量の高い親を使うと F_1 は一般に高くなる傾向を示したが、蛋白含量ではさ程顕著な差はみられなかつた(表1)。

1960年代になると、可溶性炭水化物が、嗜好性とも関連して高く評価されるようになった。

Bland & Dent³⁾は、オーチャードグラス12品種を用い、放牧後の残草を調べる方法で、

* 北海道農業試験場草地開発部牧草第2研究室

採食率を推定し、その時に利用された草の総糖分と繊維含量との関係を解析した(表2)。それによると、総糖分とは、+0.9117※※、繊維とは、-0.661※と高い相関がえられ、とくに糖分含量とし好性の連関が強調された。

Dent & Aldrich¹¹⁾はベレニアルライグラスの2倍体と4倍体を用いて、可溶性炭水化物の含量を比較した(表3)。早生で乾草型のS24(2倍体)とReveille(4倍体)の比較および晩生で放牧型のS23(2倍体)とPetra(4倍体)の比較で、いずれも4倍体が高い含量を示した。表にはイングランドの例を示したが、ウェールズで実施した試験でも、S24(17.1):Reveille(20.1)、S23(17.4):Petra(19.8)という年間の平均値をえた。

表2 採食率と成分の関係、Bland & Dent³⁾

品 種	採食率 %	全糖%	繊維%
Scotia	94	12.13	20.7
Hercules	81	11.88	22.3
Pajbjerg Milka II	78	11.60	21.1
Minerva	69	9.97	23.7
Roskilde	58	10.04	22.8
S. 37	58	11.25	21.9
Gartons	47	9.05	23.7
Souche 11	47	8.62	22.7
Glasnevin	42	8.94	23.2
Mommersteeg	42	9.77	22.9
S. 143	36	8.30	22.8
S. 26	25	8.30	23.0

表1 成分含量に関する親とF₁の成績、Clarke⁸⁾

交 雑	Carotene ¹⁾	Protein ²⁾
5C	28.5	25.7
14C	35.6	26.9
19C	36.1	27.1
1C	50.6	30.3
14C×1C	34.6	27.6
14C×19C	35.8	27.1
5C×14C	37.4	25.8
1C×19C	39.1	27.5
19C×5C	43.5	27.1
5C×1C	47.6	26.7

1) Carotene mg/100g

2) Protein %

表3 倍数性とSoluble Carbohydrateの含量の関係、Dent & Aldrich¹¹⁾

刈取り日	S24	Reveille	S23	Petra
5月 2日	28.9%	36.3%	24.0%	37.2%
5 16	15.1	18.9	12.3	18.9
6 1	20.6	26.0	20.8	24.6
7 31	5.8	7.7	6.8	7.1
8 30	8.9	11.5	8.5	11.5
10 1	12.1	15.0	12.4	16.6
平 均	15.2	19.2	14.1	19.3

一方、イタリアンライグラスでは、Thomson²⁷⁾が、2倍体S22と4倍体Tetroneを使つて可溶性炭水化物の含量を比較している。4月27日と6月5日の調査では、両品種間に差は認められず、消化率も4月30日80%、6月3日65%と変らなかつた。さらに、1品種当り9頭の羊を使つて採食量を比較したところ、2倍体の方が多かつた。ここで仮りに、4倍体の方が可溶性炭水化物含量が高くても、採食量が少ない場合には、わずかな含量の差異は打消される可能性もでてくる。

さらに、Miles¹⁸⁾らは、ベレニアルライグス41品種、オーチャードグラス26品種、メドーフエスク18品種、トールフェスク10品種について、5回サンプリングし、1) *in vitro*の消化性、2) Crude Protein(粗蛋白)、3) Water Soluble Carbohydrate(WSC、水溶性炭水化物)、4) Sodium(Na、ナトリウム)、5) Potassium(K、カリ)の含量を調査し、草種、品種の間に広い変異を見出した(図1、2)。

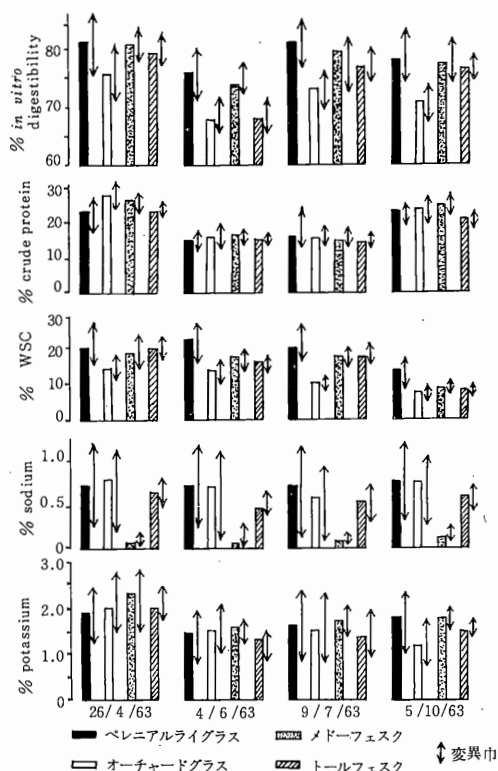


図1 各成分の平均値と品種間変異 Milesら¹⁸⁾より

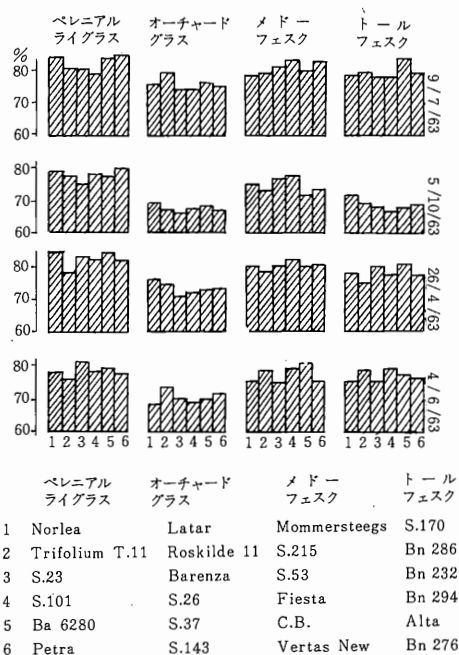


図2 in vitro の消化性に関する品種間変異、Milesら¹⁸⁾より

試験結果の概要は、つぎのようになる。

1) % in vitro digestibility

ペレニアルライグラス (最大) メドーフエスク、トールフェスク > オーチャードグラス

2) % Crude Protein

オーチャードグラス、メドーフエスクは、ペレニアルライグラスやトールフェスクよりわずかに高い。品種間の差異は、刈取り時期によりまちまちである。

3) % WSC

ペレニアルライグラスが最高で、フェスク類がつぎ、オーチャードグラスが最低である。季節を通じてみると、品種間の変異はまちまちである。

4) 5) Sodium と Potassium

メドーフエスクは、Potassium で最高、Sodium で最低を示した。Sodium については、季節による変異はいたって少ない。

また、Sosulski & Patterson²⁶⁾は、オーチャードグラスで、Latar と S 143、ブroomグラスで Manchar と Russian、トールフェスクの Alta、インターメデイエートホイートグラスの Amurense を用い、消化性と化学成分の比較をしている。その結果、Russian が最高の消化性を示した。オーチャードグラスでは、Latar の方が S 143 より高い消化性を示す一方、リグニンの含量は逆に低かった。1日当りの採食量と蛋白含量の相関は、+0.825、粗繊維

との相関は、 -0.906 でいずれも有意と認められた。

2 Digestibility に対する選抜

Woodford³²⁾は、牧草研究の新しい方向について述べ、*in vitro* で消化性が推定できるようになったことを高く評価するとともに、牧草の収量も digestible dry matter (DDM、可消化乾物重) で表現することを提案した。その一例をつぎに示す。70%のDDMを目標にして一番草を刈った場合、DDM収量(lb/acre)は、S 37オーチャードグラスで2900、S 24ペレニアルライグラスで4750、S 48チモシーで3500、S 352チモシーで3750を示した。この収量は、N124 lb/acreを与えた場合であるが、N350 lb/acreを施用し、DDMが70%の時1番草を刈り、その後6週間ごとに4回刈取ると、S 24は、1番草7000、以後4回の合計4000で、合計11000の多収が可能であるとした。このように、今後の草の生産性は、品質を抜きにしては考えられなくなった。

さて、digestibilityであるが、digestibilityが高いと採食量が高まる(Minsonら¹⁹⁾)。採食量の増加が家畜の生産物の増収に結びつくことは、云うまでもない。

Reidら²⁴⁾は、*in vitro*と*in vivo*の消化性を比較し、 $X = \text{in vitroの消化性}$

$Y = \text{in vivoの消化性}$ として

$$Y = 0.778X + 20.5 \quad r = 0.98 \text{ ※※ をえた。}$$

Tilley²⁸⁾は、Walker³⁰⁾に類する方法でオーチャードグラスS 37を使つて、*in vitro*と*in vivo*での測定結果を比較した。*in vitro*の消化性を測定するのに胃液を用いた場合と、胃液とペプシン処理を併用した場合を図3に示した。いずれの場合も、*in vitro*と*in vivo*の相関は、 0.98 ※※ と非常に高かった。その後、Tilley & Terry²⁹⁾の測定法が広く適用されたが、Rogers & Whitmore²⁵⁾が、方法を簡便化し、さらに精度を高めた。

Cooperら¹⁰⁾は、*in vitro*の消化性に対する選抜実験を行なつた。材料は、ペレニアルライグラスS 23とオーチャードグラス4品種である(表4)。S 23では63~84%の間に分布し、大部分の遺伝子型が78%以上であつたのに対して、オーチャードグラスでは、53~68%の間に分布した。7月と8月の測定値の間の回復力および親子間の回帰による遺伝力を表の下に示しておいた。それによると、オーチャードグラスで親子間相関が、0.52、0.53とかなり高く、それ程困難を伴うことなく消化性の高い株を選抜できることを示唆した。

このように個体単位の分析が可能になつたことは、スクリーニングの適用範囲を拡げたという意味で画期的な進歩と云えよう。

*in vitro*の消化性を測定する上記の方法は、その後、Julen & Lager¹⁷⁾やGilb¹⁴⁾により適用され、実際育種に役立つことが証明された。

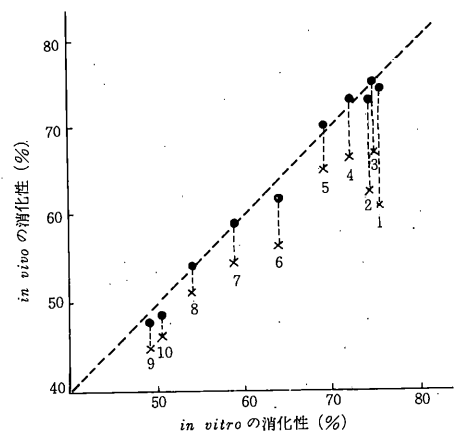


図3 *in vivo*と*in vitro*の消化性の比較、Tilleyら(1960)²⁸⁾より
×胃液のみ用いた*in vitro*の消化性
●胃液とペプシンを併用した場合

表4 Digestibilityに関する個体
または家系間の差異、(Cooperら¹⁰⁾)

世 代	材 料	平 均 値	変 異	家 系 数
もとの集団	A S23 Perennial ryegrass	79.5 (%)	63.3 ~ 83.5	—
	B Orchardgrass	60.7	52.5 ~ 67.5	—
家 系	A 7 月 に 収 穫	82.4 (%)	79.9 ~ 85.9	15
	B "	76.3	73.2 ~ 79.6	18
	A 8 月 に 収 穫	76.0	70.7 ~ 79.9	15
	B "	65.5	60.3 ~ 70.0	18

3 し好性に対する選抜

し好性の定義や測定法については、Ivins¹⁶⁾が詳しい。ここでは、し好性をめぐる論議にはふれず、し好性に対する選抜の効果を中心に述べることにする。

し好性がよく問題になるのは、トールフェスクである。Buckner & Fergus⁵⁾は、2750個体の中から、し好性の高い系統を自殖して後代を増殖しつづけた。家畜は育成牛で、1シーズン当り2~5回放牧する方法をとり、放牧後に採食量を評点した。S₄代まで選抜して残った家系をKentucky 31と比較しているが、評点は最高の採食を示した場合1、全く採食されなかつた場合7を与える方法で実施した(表5)。

表5 トールフェスクの選抜家系における世代別のし好性(Buckner & Fergus⁵⁾)

家 系	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
27—7	3.9	2.9	3.9	3.00	—
57—12	3.5	3.3	3.7	3.4	3.0(3)
64—21	4.0	3.7	3.5	3.2	3.3(7)
Q. S. 16	3.7	3.2	3.2	2.9	3.0(3)
81—26	3.8	3.8	3.9	3.2	2.9(1)
88—25	4.0	3.6	3.6	3.2	3.3(3)
75—10	3.7	3.5	3.7	3.0	—
66—27	3.7	3.3	3.4	2.8	3.0(1)
50—1	3.8	4.0	4.0	3.6	3.5(2)
33—26	3.9	3.8	3.5	3.0	3.4(4)
33—26	—	—	2.8	3.3	2.8(4)
平 均	3.80	3.45	3.56	3.14	3.13
Ky. 31	4.7	4.2	4.1	3.9	4.3

- 1) S₀ ~ S₄ は、自殖世代を示す。
- 2) S₁ ~ S₃ の評点は、家系内の最高の系統の値である。
- 3) S₄ の () 内の数字は系統数で評点は平均値を示す。

S_3 と S_4 で評点がかかなり安定しているのは、選抜系統が遺伝的にホモになつたことを示す。

Buckner & Burrus⁶⁾ は、し好性の評点と実際に採食された量を比較している。なお、評点は、最もよく採食された場合1、全く採食されない場合9を与えてた。両者の相関は、1959年-0.85※※、1960年-0.75※※となり、評点法が信頼のおける方法であることを示した。さらに、乾物収量と採食量との相関を調べたところ、1959年-0.001、1960年+0.25で、両者は独立の特性であると思われた。

Kentucky農試では、このような方法で選抜した S_3 の3家系を母系として、し好性の高い Kenwell を育成した。

一方、フェスク類にライグラス類の高いし好性を導入する研究と育種が古くから進められており、Kentucky農試とイギリスの Welsh Plant Breeding Station がすぐれた実績を残している。

トールフェスクについて、し好性が問題になるのは、オーチャードグラスである。

van Dijk¹²⁾ は、オーチャードグラスの品質に関する文献を詳しく紹介したが、とくに葉の縁にとげを少なくする方向に選抜した結果を述べている。普通、縁にとげがある (dented) のに対して、とげのない (smooth) 個体が、選抜途上に発見された。van Dijk¹³⁾ によると、とげのあるなしには、1因子が関与しており、ある方が優性とみなされた。

吾々は、オーチャードグラス7品種の2番草を用い、牛に対する給与試験 (1966、1967) を実施する一方、11品種を圃場に4反復して配置し、羊を6~7回放牧する方法により、採食率の変異を調査してきた (図4)。図に示したように、給与試験、放牧試験ともに採食率の年次間相関はかなり高かった。共通に供試した品種は5品種にすぎないので、速断は無理であるが、牛と羊の試験の間で、相関係数 0.9246※がえられたことは、し好性に関する品種間変異の存在を示唆するものである。

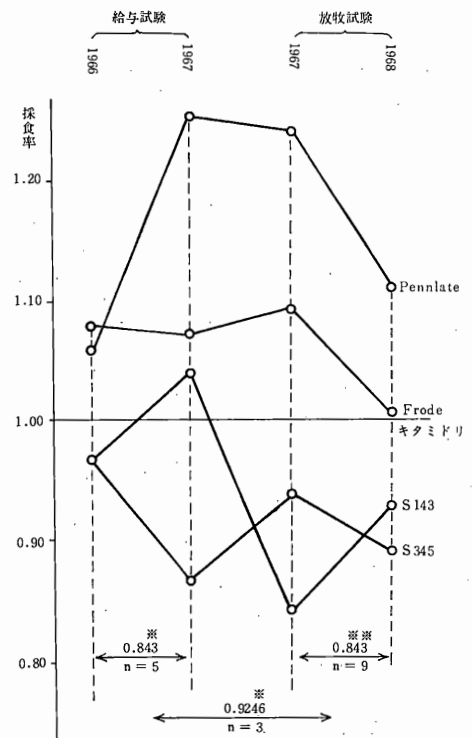


図4 給与試験と放牧試験における採食率の品種間変異、雑質(1969)より

4 成分に対する選抜の影響

Clements⁹⁾ は、*Phalaris Tuberosa* の集団から蛋白の含量について、高低両方向に3代にわたり選抜を加えた。選抜の効果は明らかで、高い集団は3.3%、低いものは2.7%となり、母集団の3%に対してほぼ同様の反応が認められた。実現した遺伝力は、高い方で0.25、低い方で0.20を示した。ここで興味のある点は、蛋白含量と *in vitro* の消化性の相関が0.815※※と非常に高かったこと、逆に蛋白含量が稚苗の草勢、相対生長率、分げつの重さ等と高い負の相関を示したことで

ある。

この結果は、栄養的価値が高い方向に選抜をした場合、他の重要な特性をそこなうような相関反応を伴う恐れがあることを暗示している。

類似した結果は、いくつか知られている。例えば、Pickett²⁰⁾は、スミズブロームグラスで窒素含量と草収量の間に負の遺伝相関をえた。Asay²⁾は、リードカナリーグラス20系統とその放任授粉後代を使つた試験で、粗蛋白と草収量の間に、 -0.72 ※※ ~ -0.90 ※※と非常に高い負の相関をえた。さらに、Gil¹⁴⁾も、アルファアルファで10株間の二面交配の結果を分析しているが、消化性の高い系統は草収量が劣る傾向を見出した。

一方、Burton⁷⁾は、バーミューダグラスでDry matter digestibility(乾物消化性)と収量の間に -0.24 、蛋白含量と草収量の間に -0.22 の相関をえたが、著者らの結論は、相関係数は有意水準以下なので、収量をぎせいにすることなく、消化性を高めることが可能であるとした。

また、Breese & Thomas⁴⁾の報告では、オーチャードグラスで、*in vitro*の消化性に関して、高低両方向に選抜して育成した各3家系の比較によると、消化性の高い家系群が草収量について多収を示している。

したがって、高品質と多収性が全く相容れない特性であるとすることはできないが、選抜に際しては注意が肝要であると云えよう。

5 家畜による草の評価

草の良否は、最終的には家畜に好んで採食されること、家畜の増体あるいは産乳量によい成績を残すことで判定すべきであろう。そのような観点に立つた実験が、近年活発に行なわれるようになった。

Rae²¹⁾、Rae²²⁾は、Romney sheepを使つて、ライグラスの増体に及ぼす品種間差異を調査した(表6-1

表6-1 草種と増体の関係、Rae²¹⁾

草 種	増体量(ポンド)	
	I	II
P	107	102
P+C	123	122
S	125	126
S+C	140	137

注

- 1) I~Vは、試験番号
- 2) P:ペレニアルライグラス
S:短年性ライグラス
O:白クローバ
A:アリキライグラス
I:イタリアンライグラス

1、2)。第1実験ではS+Cと他の区の差は1%水準で有意と認められた。白クローバが入ると、どの区でも増体がきわめてよいことや、イタリアンライグラスが、ペレニアルライグラスに比し増体により効果を示した点が注目される。

Alder & Cooper¹⁾は、草種が子牛の増体に及ぼす影響を確かめる目的で、ペレニアルライグラス(S23とS24の混播)とオーチャードグラス(S37とS143の混播)を比較した。

飼養試験と放牧試験を実施した結果、ライグラスがいずれの場合も採食量が多く増体量も多かつた。最近では、産乳量に及ぼす品種間差異が研究されるようになった。

表 6-2 草種と増体の関係 Raeら²²⁾

草 種	増 体 量 (ポンド)	
III	10/5/61~7/9/61	7/9/61~17/11/61
P	11.4 ± 1.8 a	7.3 ± 2.5 a
S	21.6 ± 1.9 b	11.1 ± 1.8 a
P+C	30.0 ± 2.6 c	13.3 ± 2.1 a
S+C	29.4 ± 1.9 c	20.6 ± 2.6 b
IV	7/9/62~27/12/62	
P	29.8 ± 1.1 a	
S	41.1 ± 1.1 b	
A	37.1 ± 1.1 c	
A+C	45.1 ± 1.2 d	
V	5/7/63~26/11/63	
P	27.9 ± 1.5 a	
A	27.2 ± 1.5 a	
A+C	34.1 ± 1.5 b	
I	44.8 ± 1.8 c	

注 a~d: Duncanの有意水準を示す。

Wilson & McDowall³¹⁾は、3つのライグラス品種を用い、牛の1卵性双生児をテストにして、産乳量を比較した。春には、Manawa>Ariki>Ruanuiの順で品種間の産乳量に1%水準で有意な差異が認められた。

しかし、乳脂率には品種間差はみられなかった。秋には、RuanuiがArikiに比し、産乳量と乳脂率がともに高い傾向を示し、差は有意水準(1%)に達した。

む す び

既に述べたように、育種家は蛋白含量をもつて、牧草の品質の指標としてきた。しかし、尿素等の非蛋白系の窒素が家畜の飼育にかなり多量に利用できることがわかつてきた現在、高蛋白は育種家にとって2次的な目標になつたと云えよう。

一方、産乳量や肉生産が、家畜の採食量に左右されること、その採食量が消化性と深い関連をもっていることが確かになつた。したがつて、Burtonら⁷⁾が、Coast-Crossバーミューダグラスで最初に示したような消化性の高い品種が、今後強く要望されるにちがいない。

し好性については、今後さらに究明すべき問題が含まれているように思われる。しかし、トールフェスク Kenwell の育成に際して用いられたような放牧条件下での選抜は、かなり有効とみなされる。

最後に、家畜による草の評価の問題であるが、ここに引用した報告が研究の端緒となつて、今後ますます広く深く追究されよう。

引 用 文 献

- 1) Alder, F. E., and Cooper, E. M. (1967)
Comparative studies of perennial ryegrass and cocksfoot as food for the calf. Jour. agric. Sci. 68:331-346.
- 2) Asay, K. H., Carlson, I. T., and Wilsie, C. P. (1968)
Genetic variability in forage yield, crude protein percentage, and palatability in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. Crop Sci. 8:568-571.
- 3) Bland, B. F., and Dent, J. W. (1964)
Animal preference in relation to the chemical composition and digestibility of varieties of cocksfoot.
Jour. Brit. Grassl. Soc. 19:306-315
- 4) Breese, E. L., and Thomas, A. C. (1967)
In vitro digestibility in cocksfoot.
Rep. Welsh Pl. Breed. Sta. for 1966:35-41.
- 5) Buckner, R. C., and Fergus, E. N. (1960)
Improvement of tall fescue for palatability by selection within inbred lines. Agron. Jour. 52:173-176.
- 6) Buckner, R. C., and Burrus, P. Jr. (1962)
Comparison of techniques for evaluating palatability differences among tall fescue strains. Crop Sci. 2:55-57.
- 7) Burton, G. W., Hart, R. H., and Lowrey, R. S. (1967)
Improvement forage quality in bermudagrass by breeding. Crop Sci. 7:329-332.
- 8) Clarke, M. F. (1953)
A study of the carotene and crude protein content of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) II. Heritable variation. Canad. Jour. Agr. Sci. 33:246-253.
- 9) Clements, R. J. (1969)
Selection for crude protein content in *Phalaris tuberosa* L.
I. Response to selection and preliminary studies on correlated responses. Aust. Jour. agric. Res. 20:643-652.
- 10) Cooper, J. P., Tilley, J. M. A., Raymond, W. F., and Terry, R. A. (1962)
Selection for digestibility in herbage grasses. Nature 195:1276-77.
- 11) Dent, J. W., and Aldrich, D. T. A. (1963)
Soluble carbohydrate content of varieties of tetraploid ryegrass. Nature 198:905
- 12) Dijk, G. E. van. (1959)
Breeding for quality in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). Euphytica 8:58-68

- 13) Dijk, G. E. van. (1964)
The inheritance of harsh leaves in tetraploid cocksfoot.
Euphytica 13:305-313
- 14) Gil, H. C., Davis R. L., and Barnes, R. F. (1967)
Inheritance of *in vitro* digestibility and associated characteristics in *Medicago sativa* L.
Crop Sci. 7:19-21.
- 15) Goplen, B. P. (1969)
Legume breeding. Canadian Forage Crops symposium, 1969:225-259.
- 16) Ivins, J. D. (1955)
The palatability of herbage. *Herbage Abst.* 25:76-79.
- 17) Julén, G., and Lager, A. (1966)
Use of the *in vitro* digestibility test in plant breeding.
Proc. 10th Internatl. Grassl. Cong. :652-657.
- 18) Miles, D. G., ap Graffith, G., and Walters, R. J. K. (1964)
Variation in the chemical composition of four grasses.
Rep. Welsh Pl. Breed. Sta. for 1963:110-114.
- 19) Minson, D. J., Harris, C. E., Raymond, W. F., and Milford, R. (1964)
The digestibility and voluntary intake of S 22 and H. 1 ryegrass, S 170 tall fescue, S 48 timothy, S 215 meadow fescue and Germinal cocksfoot.
Jour. Brit. Grassl. Soc. 19:298-305.
- 20) Pickett, R. C. (1950)
Variability of crude protein and carotene contents and their relations with other characters in bromegrass, *Bromus inermis* Leyss.
Agron. Jour. 42:550-554.
- 21) Rae, A. L., Brougham, R. W., Glendy, A. C., and Butler, G. W. (1963)
Pasture type in relation to live-weight gain, carcass composition, iodine nutrition and some rumen characteristics of sheep.
I. Live-weight growth of the sheep.
Jour. agric. Sci. 61:187-190.
- 22) Rae, A. L., Brougham, R. W., and Barton, R. A. (1964)
A note on live weight at sheep grazing different ryegrass pasture.
New Zealand Jour. Agric. Res. 7:491-495.
- 23) Raymond, W. F. (1965)
Biochemical aspects of quality in grasses.
Proc. 12th Easter School in Agr. Sci. Univ. Nottingham:259-271.

- 24) Reid, R. L., Shelton, D. C., Welch, J. A., and Jung, G. A. (1959)
Pasture quality as determined by *in vitro* and *in vivo* techniques.
Jour. Anim. Sci. 18:1537-38.
- 25) Rogers, H. H., and Whitmore, E. T. (1966)
A modified method for the *in vitro* determination of herbage digestibility in plant-breeding studies.
Jour. Brit. Grassl. Soc. 21:150-2.
- 26) Sosulski, F. W., and Patterson, J. K. (1961)
Correlations between digestibility and chemical constituents of selected grass varieties.
Agron. Jour. 53:145-149.
- 27) Thomson, D. J. (1965)
The voluntary intake of diploid and tetraploid Italian ryegrass by sheep.
Grassl. Res. Inst. Exp. in Prog. No. 17:62.
- 28) Tilley, J. M. A., Deriaz, R. E., and Terry, R. A. (1960)
The *in vitro* measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value.
Pro. 8th Internatl. Grassl. Cong. :533-537.
- 29) Tilley, J. M. A., and Terry, R. A. (1963)
A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Jour. Brit. Grassl. Soc. 18:104-111.
- 30) Walker, D. M. (1959)
The *in vitro* digestion of roughage dry matter.
Jour. agric. Sci. 53:192-197.
- 31) Wilson, G. F., and McDowall, F. H. (1966)
Ryegrass varieties in relation to dairy cattle performance.
I. The influence of ryegrass varieties on milk yield and composition.
New Zealand Jour. Agric. Res. 9:1042-52.
- 32) Woodford, E. K. (1966)
The need for a fresh approach to the place and purpose of the ley. Jour. Brit. Grassl. Soc. 21:109-115.