



新しい牛群検定成績表について (その16)

一乳牛の健康管理について②ー (MUN、P/F比、周産期病)

電子計算センター 電算課長 相原光夫

乳牛の健康管理は、本誌No.128(2011.5.25)において乳脂率と蛋白質率を取り上げました。今回は、その続編としてMUN、P/F比などによる健康管理をとりあげたいと思います。とりわけMUNは独立行政法人農畜産業振興機構の本年度の牛群検定システム高度化支援事業において、乳質向上の一環として取り組むこととなっているものです。しかしながら、MUNという情報は、乳質向上に留まらず、乳牛の飼養管理全般に幅広く活用できるもので、事業に参加しているしていないに関わらず、是非とも利用して頂きたい検定項目です。

また、これまで成績表からみる周産期病を取り上げてきましたが、逆の視点で周産期病を罹患した場合の検定成績表の数値傾向なども紹介します。

1 MUNの利用

(1) 概念

図1に示したとおり乳牛の第一胃（ルーメン）では、微生物（プロトゾア等）が飼料由来の蛋白質をアンモニアに分解し、これを効率よく微生物体蛋白に作り替えます。この微生物体蛋白は消化されたのち小腸からアミノ酸として吸収され血液に乗り乳房に運ばれ、乳腺で生乳中の乳蛋白質合成に利用されます。そして、余ったアンモニアは肝臓で尿素となり、これが生乳中に移行したものをMUN（乳中尿素窒素）として検出している訳です。このことから、MUNはルーメン内の発酵状況を知る大きな手がかりになります。仮にMUNが高くなったとします。その原因は、アンモニアが多いからです。では、何故アンモニアが多いかと言えば、第1に考えられるのは飼料の分解性蛋白質が多いということです。第2にアンモニアを利用してくれるルーメン微生物を増やす濃厚飼料（でんぷん、糖）が不足し機能していないことも考えられます。ルーメン微生物が機能しない原因として考えられるのは、粗飼料（繊維）不足または品質悪化や、濃厚飼料を一度に多給した結果起こるルーメンアシドーシスによることが考えられます。このようにMUNを利用することで、ルーメンの発酵状況を知ることができ、ひいては給与飼料の設計診断として、利用することが出来るわけです。

MUNは血中尿素窒素（BUN）と高い相関があります。BUNは卵子の受精能力、胚生存率や黄体機能といった繁殖性に大きく影響します。そのため、MUNが高い牛は、繁殖成績が悪化すると言われています。このことは各個体の繁殖管理として重要です。

また、牛群検定において乳蛋白質率として計測される生乳蛋白質のうち約95%が純蛋白質（TP）であり、残り約5%が非蛋白態窒素（NPN）になります。そのNPNの大半を占めるのがMUNですので、MUNが高い生乳は純蛋白含量に影響するため乳質としても重要になります。

飼料成分と生乳成分の関係

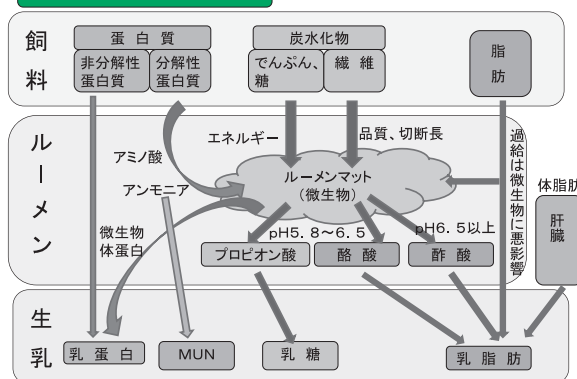


図1

(2) 牛群として利活用

MUNを利用することで、牛群全体の飼料設計を検討することができます（図2）。上述したようにMUNは、乳蛋白質率と大きな関係があるため、一般に乳蛋白質率とあわせて利用します。ただし、MUNは地域の粗飼料基盤によって大きく変化します。例えば、グラスサイレージとトウモロコシサイレージでも異なりますし、蛋白飼料のバイパス率でも異なります。さらには、飼料の与え方（TMRと分離給餌）でも異なりますので、ここに示す値は、あくまで目安であって、各地域での指導事例を優先するようお願いします。また、利用にあたっては、ボディコンディションスコアなど他の情報と併用することが重要です。これらのことは図2に限らず本稿での数値目安全体に言えることですので予めご承知下さい。

図3に実際の成績表を示しました。この例の農家の飼料設計では、エネルギーとしての糖デンプンといった飼料は充分ですが、蛋白飼料が不足していることを示しています。

区分		MUN(mg/dl)		
		～10	10～14	14～
乳蛋白質率(%)	明らかに低い ～3.1	エネルギー蛋白飼料 不足	不足	不足
	※	不足	適正	過多
	適正範囲 3.2～3.4	エネルギー蛋白飼料 適正	適正	適正
※	※	不足	適正	過多
	明らかに高い 3.5～	エネルギー蛋白飼料 過多	適正	適正
	※	適正	適正	過多

※季節的変動があるので、ケースにあわせて判断する

図2

検定成績表(牛群成績)

移動 13ヵ月 成績	検定日成績／搾乳生1頭平均	標準 乳量	乳脂率	蛋白質率	乳糖率	MUN	P/F 比	濃厚 飼料 給与量
検定年月日	検定乳量	乳量	乳脂率	蛋白質率	乳糖率	MUN	P/F 比	濃厚 飼料 給与量
22.02.05	35.5	29.7	3.96	3.35	8.8	11.9	0.84	9.4
22.03.02	35.0	29.7	3.73	3.34	8.8	10.4	0.88	9.4
22.04.02	33.3	29.0	3.73	3.27	8.7	11.4	0.87	9.4
22.05.10	32.6	28.8	3.56	3.19	8.6	11.1	0.90	9.5
22.09.08	33.6	29.7	3.36	3.21	8.7	8.9	0.97	9.5
22.07.14	33.7	28.7	3.33	3.23	8.7	8.0	0.97	9.3
22.08.16	32.9	27.2	3.53	3.26	8.6	7.4	0.93	9.3
22.09.08	33.5	27.6	3.52	3.34	8.7	7.7	0.95	9.3
22.10.05	34.9	27.9	3.23	3.45	8.8	10.5	1.06	9.3
22.11.05	35.1	28.1	3.86	3.54	8.9	8.0	0.93	9.3
22.12.08	34.4	27.6	3.84	3.47	8.8	7.7	0.91	9.1
23.01.06	34.6	28.0	4.26	3.46	8.8	9.0	0.82	9.3
23.02.04	33.8	28.4	3.94	3.41	8.8	8.4	0.87	9.3
平均・計	34.1	28.5	3.66	3.34	8.7	9.4	0.91	9.3
前年成績	34.4	27.4	3.99	3.41	8.89	10.9	0.85	8.5

蛋白質率はおおよそ適性範囲だが、MUNは低い。これは、飼料設計としてエネルギーは充分だが、蛋白飼料が不足であることを示しています。

図3

(3) 個体管理として利活用

個体管理としては、繁殖関係の健康管理に利用します。これも、乳蛋白質率とあわせて利用すると効果的です（図4）。高MUNの場合は、卵に毒性を持つアンモニアやBUN値も高いため受胎率も下がり、反対にMUNが低い場合は、乳蛋白質率も低いことが多く、エネルギー不足により、これも受胎率を下げると思われます。

図5に示した例は、MUNが20を継続して越えている事例です。分娩後330日が経過しても受胎していないのはMUNに原因があるとみることができます。この例の農家は、一般にどの検定牛もMUNが高く、繁殖が思わしくありません。飼料設計を再検討すべきと考えられます。

個体管理としての利用例（目安）

個体管理の場合は、牛群平均値よりもバラツキも大きいので、一般に適正範囲を広く読み取ります

①MUNから繁殖障害などを読み取ります。

～8：受胎率の低下、卵巣腫瘍、黄体遺残などのチェック
初産牛の場合、発育不良による低能力。

8～16：適正

16～：繁殖障害、受胎率の低下

②乳蛋白質率はエネルギー充足度を読み取ります。

～2.8（泌乳前期）：エネルギー不足

代謝障害、繁殖障害をチェック

～3.0（泌乳中後期）：エネルギー不足、受胎率の低下

3.2～3.4：適正

3.5～：エネルギー過剰
繁殖障害、受胎率の低下

図4

検定成績表(個体検定日成績)

牛 コード	搾乳 又は 乳量 日数	乳脂率(%)		蛋白質率(%)		繁殖の状況		MUN (mg/dl)		P/F 比
		前月	今月	前月	今月	授乳 回数	分 手 日	今月	前月	
0013	81	2.27	2.67	2.44	2.38			15.4	13.9	0.92
0025	122	3.46	3.73	3.22	3.22	05.18	1	13.3	13.7	0.86
0027	143	3.99	3.67	3.51	3.43			13.8	14.0	0.96
0019	159	4.36	3.88	3.33	3.30	05.24	1	14.1	13.6	0.86
0001	174	2.83	2.88	2.84	2.83	04.07	1	19.3	17.1	0.99
0026	186	3.22	3.39	3.12	3.08	04.08	1	17.9	14.0	0.92
0015	213	3.29	3.31	3.15	3.14	05.13	1	15.6	14.8	0.95
0018	224	3.95	4.71	3.85	3.80	04.28	2	19.3	16.5	0.82
0024	224	4.82	5.11	3.61	3.59	05.29	3	21.3	19.4	0.71
0004	264	3.31	3.53	3.21	3.23	05.03	3	14.9	14.0	0.91
0007	273	4.97	5.20	4.02	4.00	02.01	3	13.1	15.3	0.77
0011	275	4.58	4.97	3.74	3.78			16.0	17.4	0.75
0006	311	3.72	4.04	3.59	3.55	12.08	2	16.9	14.2	0.89
0016	330	3.90	3.72	3.16	3.27	04.19	3	24.2	20.3	0.85
0023	362	4.04	4.56	3.32	3.45	10.07	2	20.5	18.4	0.74

MUNが3ヵ月間20以上のこの牛は、分娩後330日経過しても未だ受胎していません。

図5

2 P / Fの利用

図6のP / F比とは、生乳中の蛋白質率（P）と乳脂率（F）の比率を求めたものです。一般的に乳蛋白質率は飼料のエネルギーの利用状況、乳脂率は粗飼料の利用状況を読み取ることが出来ますので、乳蛋白質率と乳脂率の比率により間接的にルーメン発酵などの状態がうまくいっているのかどうかを推測でき、飼料設計などを検討することができます。乳蛋白質率、乳脂率ともに同様の季節的な影響を受け、冬場に高く、夏場に低いという傾向があります。そのため、乳蛋白質率と乳脂率それぞれ単独で判断するより、P / F比として判断することで季節的要因に捕らわれないのが特徴です。しかしながら、その利用にあたっては、乳蛋白質率と乳脂率ともに適正な範囲にあるかどうかチェックのうえ利用する必要があります。牛群検定成績における平成22年全国平均では、乳蛋白質率が平均3.27%、乳脂率が平均3.95%でしたので、計算するとP / F比は0.83となります。

図7に牛群での実例を示しました。この例では、通年的には平均されてしまい問題点を見出せません。各月で検討していくと、6月、7月、10月とP / F比が非常に高くなっていることがわかります。これは6、7月は飼料の劣化、10月は飼料の変更が原因ではないかと考えられるわけです。

また、乳蛋白質率の低下は繁殖成績の低下と深く関連していることが知られており、乳成分の変動と生体内の代謝や栄養状態との間には密接な関係があるとされています。これらのことから牛群検定の成績を個体管理に活用することが、可能となります。図8の例はP / F比は高く、分娩後の乳脂率が低く、典型

的な分娩後の粗飼料の食い込みが悪い例です。こういった場合は繁殖成績は低下するばかりか、ルーメンアシドーシスの危険が極めて高いものとなります。

検定成績表（牛群成績）

移動 13ヵ月 成績	検定年月日	標準 乳量	乳脂 率	蛋白質 率	無脂 固形 分率	MUN	P/F 比	濃厚 飼料 給与量
	22.02.05	35.5	29.7	3.98	3.35	8.80	11.9	0.84
	22.03.02	35.0	29.7	3.77	3.34	8.84	10.4	0.88
	22.04.02	33.3	29.0	3.77	3.27	8.76	11.4	0.87
	22.05.10	32.6	28.4	3.56	3.19	8.63	11.1	0.90
	22.06.07	33.6	29.0	3.30	3.21	8.71	8.9	0.97
	22.07.14	33.7	28.7	3.31	3.23	8.70	8.6	0.97
	22.08.16	32.9	27.7	3.51	3.26	8.68	7.4	0.93
	22.09.08	33.5	27.4	3.52	3.34	8.73	7.7	0.95
	22.10.05	34.9	27.3	3.27	3.45	8.85	10.1	1.06
	22.11.05	35.1	28.1	3.80	3.54	8.94	8.0	0.93
	22.12.08	34.4	27.4	3.84	3.47	8.86	7.7	0.90
	23.01.06	34.6	28.0	4.20	3.46	8.83	9.0	0.82
	23.02.04	33.8	28.4	3.94	3.41	8.85	8.4	0.87
平均・計		34.1	28.1	3.66	3.34	8.78	9.1	0.91
前年成績		34.4	27.4	3.99	3.41	8.89	10.9	0.85

6月、7月に暑熱により飼料が劣化、また10月には飼料の切り替えがうまくいかなかったことを示します。

図7

検定成績表（個体検定日成績）

牛 コード	検 定 日 数	乳 脂 率 (%)		蛋白質率 (%)		繁殖の状況		MUN (mg/dl)	P/F 比
		前月	今月	前月	今月	授 胎 日	分 娩 日		
0029	22		3.49	3.11				7.8	0.89
0053	36		3.38	3.09				13.7	0.91
0041	55	4.23	2.55	2.70	2.48			13.4	13.7
0005	62	3.41	3.07	2.87	2.82			15.8	13.5
0027	79	3.75	3.26	3.49	3.06			15.1	10.8
0051	112	2.63	2.44	3.44	3.27			13.1	14.3
0031	113	2.47	2.37	3.27	2.78	04.06	1	13.7	16.0
0030	130	2.54	2.13	3.22	2.96			13.9	12.7
0049	130	2.21	2.42	3.21	3.05	03.23	1	15.0	13.8
0050	133	2.84	3.64	3.62	3.48	05.29	2	12.3	13.3
0025	134	2.82	3.36	2.99	2.84	05.09	1	13.1	15.5
0012	141	2.75	3.02	3.05	2.72	03.26	1	14.6	17.2
0019	144	3.04	2.99	3.19	2.86	05.11	2	13.4	13.9
0038	158	4.75	5.46	4.66	4.48	03.29	1	13.4	11.6
0013	182	4.06	2.79	3.11	3.04	04.04	1	13.5	13.3

P/F比が1を越える6頭のうち1頭しか受胎していないことがわかります

図8

3 いろいろな周産期病について

乳成分値を利用することで、周産期病等の早期発見等に役立てる方法をこれまで紹介してきました。ここではそのまとめとして、周産期病を罹患した場合の検定成績の数値傾向を、その症状や原因とあわせて紹介します。

(1) ルーメンアシドーシス

（合併症：第四胃変位、蹄葉炎、鼓脹症等）

症 状：ルーメンの異常発酵による代謝障害。食欲減退、唾液減少、甘酸っぱい臭気の下痢便が特徴。

原 因：でんぷんの多い濃厚飼料の過給により、ルーメン発酵異常となり、pHが低下し乳酸が過剰に生成されることによります。

対 策：飼料の急変は避ける。濃厚飼料と粗飼料

P / F比の利用

牛群管理としての利用例（目安）	
牛群全体の飼料設計の内容を検討するために用います。	
P / F比	
～0.8	：飼料のエネルギー不足
0.8～0.9	：適正と考えられる
0.9～	：粗飼料の劣化、飼料の急変など
PとFともに低い	：飼料給与量の絶対量の不足
※分娩後日数に極端な偏りがないこと	
個体管理としての利用例（目安）	
個体の栄養状況から代謝障害、繁殖障害などを読み取ります	
P / F比	
～0.7	：Pが低い→エネルギー不足、ケトosis、Fが高い→脂肪肝、低乳量 授精対象牛では繁殖障害をチェック
0.7～1.0	：適正
1.0～	：ルーメンアシドーシスなどの代謝障害など、授精対象牛では繁殖障害をチェック
PとFともに低い	：乾物摂取不足など個体管理のチェック

図6

バランスを再チェックします。粗飼料の品質、切断長が原因になることもある。飼料中のでんぷん含量が25%を超えないようにします。

牛群検定成績表で読み取れる兆候：

乳酸に弱いルーメン微生物が死滅するわけですから、乳脂率、乳蛋白質率はともに下がりますが、P/F比は1以上になります。ルーメン環境としては、pHが下がり出すことが、その兆候になります。その意味ではプロピオン酸が優位になるpH5.8～6.5は危険域と言え、乳糖率の増加すなわち、SNF率の上昇はその前兆と言えます。

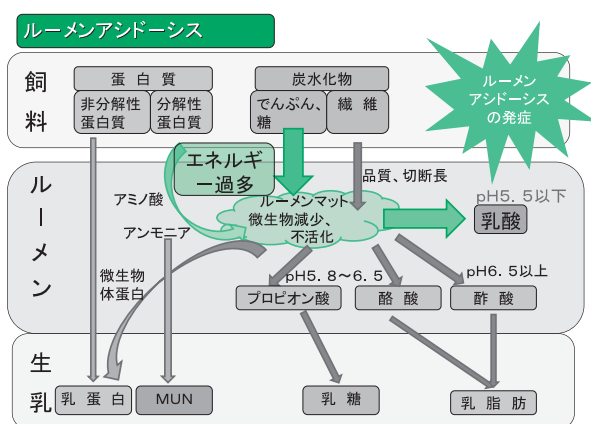


図9

(2) ケトosis

(合併症：脂肪肝、第四胃変位、繁殖障害等)

症状：乳量の急激な減少、食欲不振、消瘦、狂騒など

原因：エネルギー不足が原因。不足するエネルギーを補うために体脂肪を動員しますが、肝機能障害があるとうまく代謝できずにケトン体が多量に生成され症状があらわれます。最近では酪酸発酵サイレージの給与によって生じるケトosisも増加しており、酪酸からケトン体が生成されることが原因となっています。

対策：分娩前後の移行期には、濃厚飼料馴致を行い、エネルギー不足にならないようにします。とりわけ濃厚飼料馴致を行う前に早産した牛は注意が必要。また、サイレージの調製を失敗（酪酸発酵）しないようにします。

牛群検定成績表で読み取れる兆候：

・泌乳量の激減が第一の兆候になります。とりわけ泌乳ピーク時はエネルギー不足になりがちなので注

意が必要です。乳蛋白質率も激減しますが、ルーメン内の酪酸や体脂肪から乳脂肪が生成されるため、P/F比としては0.7以下になります。また、プロピオン酸が減少することから乳糖が減少し、SNF率が下がります。

・分娩後60日以内（とりわけ分娩後30日以内）の検定において、乳脂率が5.0%以上を示す乳牛については、クロースアップ期における栄養がマイナスで、体脂肪の動員(消瘦)が行われた牛です。体脂肪の動員による脂肪肝のリスクがあります。

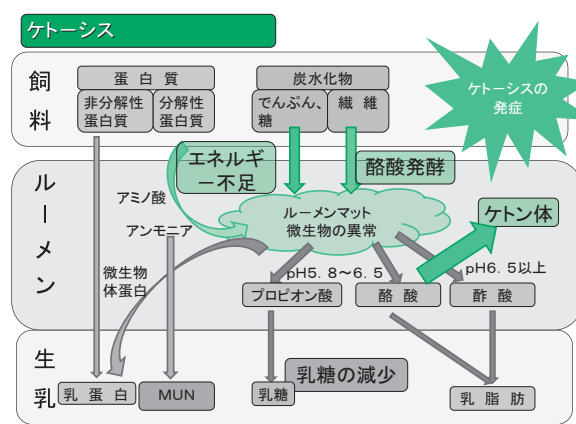


図10

(3) 乳熱 (低カルシウム血症、胎盤停滞、脂肪肝等)

分娩の前後2～3週間は「移行期」と呼ばれ、乳牛の生理が乾乳～泌乳とダイナミックに変化する期間です。そのなかでも、分娩前2～3週間の乾乳後期は「クロースアップ期」と呼ばれ、とりわけ正確な飼養管理技術を要する期間とされています。

症状：乳熱の場合、年齢が高くなると発症しやすくなります。初期症状としては、体温、皮温の低下、食欲減退、第一胃運動減退が認められ、進行性の筋力低下、起立不能となり、ついには横臥し昏睡状態となります。泌乳量の多い牛ほど筋肉麻痺の発生が多いとされています。

原因：分娩時の急激な泌乳開始にともなうカルシウムの大量排出による低カルシウム血症。また低カルシウムは子宮の筋収縮機能に影響し、胎盤停滞を併発させます。

対策 クロースアップ期(乾乳後期)には次の栄養管理が必要です。適正なBCS管理、濃厚飼料馴致または増飼、適正な蛋白飼料給与、カルシウムの制限給

与（※最近、制限給与を再考する学説が提唱されています）、カリウムやリン等とのバランスに留意した、適正な乾乳期管理を要します。また、移行期後半の産褥期にも適切な飼養管理を要します。

牛群検定成績表で読み取れる兆候：

・乾乳期に適切な飼養管理ができるように分娩の60日前に乾乳したとしても、早産等の事故により十分な栄養管理ができないまま分娩してしまうケースもあります。このような牛は産後の健康状態に十分に注意する必要があります。

・分娩後60日以内（とりわけ分娩後30日以内）の検定において、乳脂率が5.0%以上を示す乳牛については、クローズアップ期における栄養がマイナスで、体脂肪の動員(削瘦)が行われた牛です。体脂肪の動員による脂肪肝のリスクがあります。（乳蛋白質率が低い場合も同様のことが言えますが、次項に解説します）

(4) 繁殖障害（卵胞囊腫、鈍性発情等）

近年、乳牛改良により乳量が飛躍的に伸びたことにより繁殖成績が悪化する傾向があると言われていますが、決してそのようなことはありません。しっかりした飼養管理を行うことで、繁殖成績はより一層の向上を図れます。まず、その第一歩は牛群検定を利用することにあります。牛群検定により、正確かつ精緻な乳牛管理を行えば、繁殖成績を向上させることができます。

症 状：発情発現の鈍化、繁殖成績の悪化

原因と牛群検定で読み取れる兆候：

①分娩時の異常

難産、双子（三つ子）分娩、死産、早産（短期乾乳）といった分娩時に異常があったものは、一般に子宮回復に時間を要し繁殖成績が悪化します。いずれも牛群検定成績表に記載されていますので、こういった履歴をもつ牛は、とりわけ十分に栄養管理する必要があります。（検定成績表では読み取れませんが、胎盤停滞を起こした牛も同様に注意する必要があります）

②周産期病の発症

この項で紹介した各種周産期病を発症した牛は、分娩前後に十分な栄養を摂取出来なかったものがほとんどですから、当然、繁殖成績は悪化します。発症しないように牛群検定成績を活用しましょう。（ルーメンアシドーシス、ケトーシス、第四胃変位、蹄葉炎、脂肪肝、乳熱（低カルシウム血症）など）

③エネルギー不足と高MUN

分娩後の発情の回帰には、多くのエネルギーを要します。しかしながら、周産期病を発症するなど体調不良の牛では、分娩直後の乳量増加に採食量の増加が追いつかず、分娩直後は極端なエネルギー不足となっています。牛群検定成績表では、分娩後60日までの乳脂率5.0%以上、乳蛋白質率2.8%以下、MUN16mg/dl以上になることでこの事象を読み取れます。エネルギー不足は、そのまま鈍性発情を誘引しますので、分娩後60日までに乳蛋白質率は3.0%を上回るように栄養管理する必要があります。また、MUNの増加は、血中尿素窒素（BUN）の増加と高い相関があります。MUN濃度が著しく高い場合には、卵子等に毒性を示すとされるアンモニアやその代謝物である尿素の血中濃度も高くなり、受胎率の低下を招くことがあります。授精が開始される分娩後60日以降はMUNが16mg/dl以上にならないように管理するのが望ましいと考えられます。MUNが20mg/dlを超えるような状態を長期間（2カ月以上）放置すると肝機能に支障を来し、繁殖障害、乳房炎、蹄病などを多発する可能性があります。

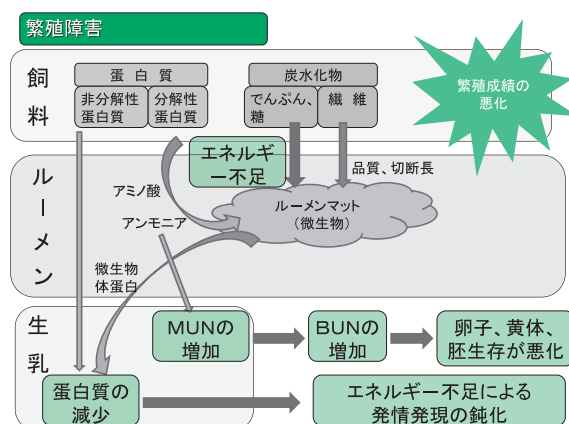


図11

力試し！これであなたも牛群検定マスター！ No. 7

- 1 MUNとは乳中尿素窒素のことで、蛋白飼料過多の場合は一般にこの値は...
①高い ②低い ③影響を受けない
- 2 P/F比とは乳蛋白質率と乳脂率の比のことで、分娩直後にこの値が〇〇なときは、脂肪肝や繁殖成績の悪化に留意する。
①高い ②低い
- 3 検定成績で乳量や乳蛋白質が急激に減少し削瘦してきたら、飼料のエネルギー不足が考えられ、〇〇の罹患に留意する。
①ケトーシス ②アシドーシス ③蹄葉炎

① ② ③ ① ① (最)