

1 性選別精液を利用した体内受精卵生産の高度化

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○青木亜紀子、久利生正邦

研究期間：平成 26 (2014)～平成 29 (2017) 年度 (完了)

予算区分：県単

1. 目的

牛の生殖細胞操作技術は、体外受精、雌雄の産み分け(DNA 検査、性選別精液)、双子生産、クローン牛生産等、受精卵移植技術を応用した先端的繁殖技術であり、遺伝的能力に優れた高能力牛を効率的に生産するために極めて重要な技術である。特にホルスタイン種の雌性選別精液(以下、選別精液)は後継牛の計画的生産に利用されており、選別精液を用いた受精卵生産の要望も増大している。

しかし、選別精液では 1 ストロー当たりの精子数が少なく、選別や凍結の過程で精子活力が低下することもあり、過剰排卵処理(以下、SOV)による受精卵生産成績は通常精液に比べ劣ることが懸念されていた。そこで、選別精液を用いた効率的な雌受精卵の生産技術として、SOV の前処置として優勢卵胞を除去し(DFR)、卵胞発育及び排卵時間を一定にする SOV プログラムを開発した(平成 25 年度)。しかし DFR には卵子吸引(OPU)が可能な超音波画像診断装置が必要で、生産現場での実用性には乏しい。そこで、現場への普及を目的として、安価なホルモン剤(エストラジオール製剤、以下 EB)の投与により優勢卵胞を退行させる手法により、DFR と同等の効果が期待できる卵胞ウェーブの調整方法を検討した(平成 26 年度)。平成 27 年度からは通常精液と選別精液の精子数に着目し、同一回数授精による採胚成績の比較を行った。

2. 方法

(1) 卵胞ウェーブの調整(優勢卵胞退行)及び過剰排卵処置

発情の直前直後を避けた任意の時期に留置型プロゲステロン製剤(CIDR)を膈内に挿入し、同時に EB1ml(エストラジオールベンズエイトとして 2mg)を筋肉内に投与し、優勢卵胞を退行させた(Day0)。Day6 の夕方から 4 日間で総量 30AU の卵胞刺激ホルモンを漸減投与した。Day8 にクロプロステノール製剤 0.225mg(以下 PG)を投与、Day9 に CIDR を除去して発情を誘起、Day10 に GnRH(酢酸フェルチレンリンとして 200 μ g)を投与し、排卵を促進した。

(2) 人工授精及び採卵

Day11 の午前 9 時(GnRH 投与後 24 時間)に 1 回のみ人工授精(以下、AI)を行った。

〔対照区〕:通常精液 1 本を半量ずつ、左右の子宮角浅部に注入した。

〔試験区〕:人工授精用の選別精液(製造元、種雄牛及びロットは限定しない)を左右の子宮角浅部に 1 本ずつ注入した。

なお、両区とも、AI 後 6 日目の午前(day16)に、常法により採卵を行った。

(3) 調査項目

- ・採卵時の卵巣所見:超音波画像診断装置による推定黄体数及び遺残卵胞数の観察(3 例)
- ・採卵成績:回収卵数、正常卵数、変性卵数、未受精卵数、受精卵の品質(ランク及び発育ステージ)

3. 結果の概要

採卵時の卵巣所見及び採卵成績を表 1 に示した。

- (1) 採卵時の推定黄体数、大卵胞数に有意な差は認められなかった。
- (2) 採卵成績において、採卵総数は試験区で多く、正常胚の個数及び率は試験区で高い(多い)傾向にあったが、いずれも有意な差は認められなかった(表 1)。
- (3) 回収された胚の品質(ランク)(図 1)及び正常胚の発育ステージ(図 2)について、有意な差は認められなかった。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

体内胚に関する試験では、供胚牛の加齢や栄養状態による影響を抑える飼養管理及び試験牛の選定が課題と考えられた。本研究は平成 29 年度で終了し、次年度以降は過排卵プログラムの省力化と正常胚率の向上に資する添加剤の検討を開始する。

[具体的データ] 表1 超音波画像診断による卵巢所見及び採卵成績

	試験区 (選別精液 2 本)	対照区 (通常精液 1 本)
供試頭数(頭)	11	5
平均年齢	8.7±2.0	7.8±0.7
推定黄体数(個)	15.4±6.0	10.3±7.0
採卵総数(個)	15.0±6.2	11.2±11.3
正常胚数(個) (推定雌胚数)	3.1±4.6 (2.8±4.2)	6.2±7.0 (3.1±3.5)
正常胚率(%)	21.9±31.4	47.3±45.8
変性胚数(個)	6.7±6.2	2.8±4.1
未受精卵数(個)	4.7±6.5	1.8±2.5

(mean±sd)

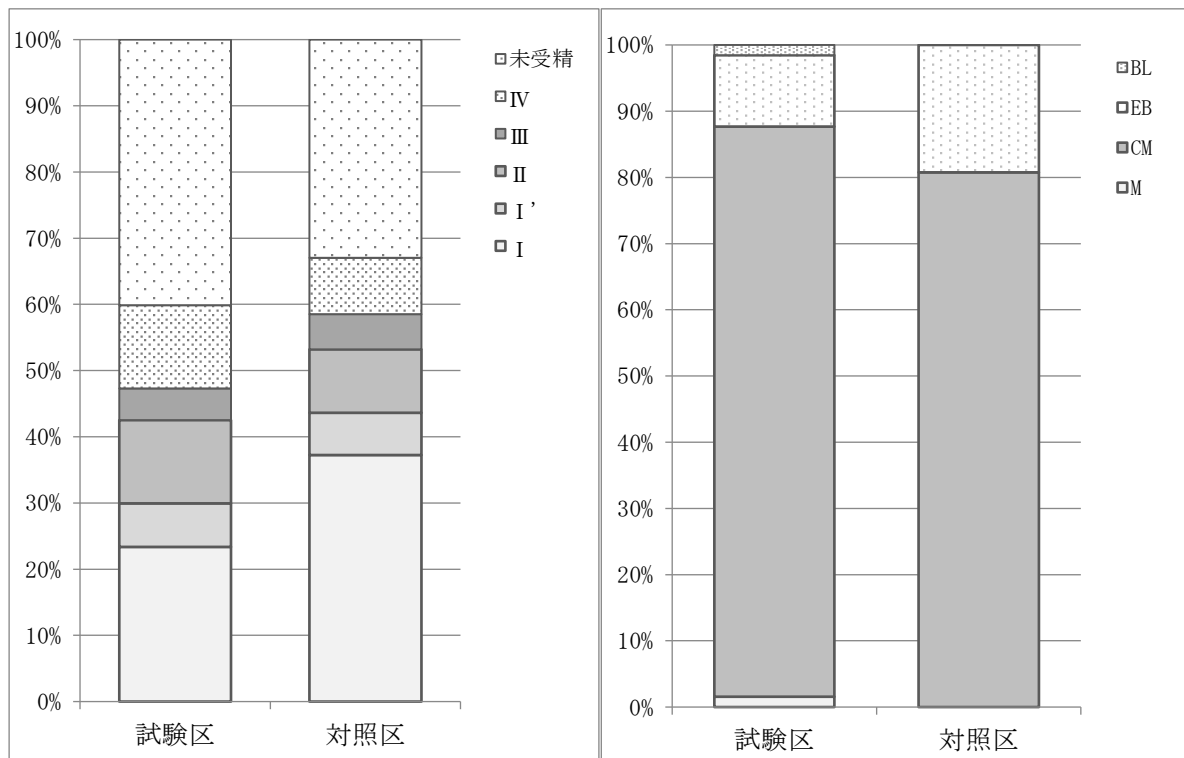


図1 回収された胚のランク別の割合

※ I:優良卵、I':IとIIの間
II:普通卵、III:不良卵

図2 正常胚のステージ別の割合

※ EB:早期胚盤胞 CM:収縮桑実胚 M:桑実胚

2 性選別精液に適した人工授精適期の検討

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○青木亜紀子、久利生正邦、稲葉浩子

研究期間：平成 27(2015)～平成 29(2017)年度（継続）

予算区分：県単

1. 目的

牛の生殖細胞操作技術は、体外受精、雌雄の産み分け(DNA 検査、性選別精液)、双子生産、クローン牛生産等、受精卵移植技術を応用した先端的繁殖技術であり、遺伝的能力に優れた高能力牛を効率的に生産するためには極めて重要である。特にホルスタイン種の雌性選別精液(以下、選別精液)は、後継牛の計画的生産に利用され、普及も進んでいる。

しかし、選別精液では 1 ストロー当たりの精子数が通常精液に比べて少なく、選別処理による精子活力への影響もあり、受胎率は通常精液に比べ低くとどまっている。そこで、選別精液を用いた効率的な雌産子の生産技術として、発情同期化の技術を応用し、選別精液に適した人工授精(以下、AI)の時期を検討する。

卵胞ウェーブの調整方法については、同時に行っている「性選別精液を利用した体内胚生産の高度化試験」と同様、生産現場への普及を目的に、安価なホルモン剤(エストラジオール製剤、以下 EB)の投与により優勢卵胞を退行させる手法を用いる。

2. 方法

(1) 供試牛 当所で飼養しているホルスタイン種経産牛(1～3産)、13頭。

(2) 定時受精(TAI)プログラム

ア 卵胞ウェーブの調整(優勢卵胞の退行)

発情の直前直後を避けた任意の時期に徐放性留置型プロゲステロン製剤(以下、CIDR)を膈内に挿入(Day0)、同時に EB1ml(エストラジオールベンゾエイトとして 2mg)を筋肉内に投与し、優勢卵胞を退行させる。

イ 発情の同期化及び人工授精

Day8 にクロプロステノール製剤 0.225mg(以下 PG)を投与、Day9 に CIDR を除去し発情を誘起した。Day10 に GnRH(酢酸フェルチレリンとして 200 μ g)を投与して排卵を促進、24h 区(n=5)では GnRH 投与の 24 時間後、30h 区(n=8)では同 30 時間後に、主席卵胞が存在する側の子宮角浅部に、性選別精液 1 本を注入した(Day11)。

(3) 調査項目

超音波画像診断:GnRH 投与時(Day10)及び AI 当日(Day11)、排卵が確認されるまで概ね 3 時間ごとに実施し、主席卵胞の動態を観察した。

受胎成績: AI 30 日以降、任意の時期に超音波画像診断装置を用いて妊娠診断を行った。

3. 結果の概要

(1) 24h 区では 8 頭中 2 頭(25%)、30h 区では 5 頭中 3 頭(60%)が受胎した。

(2) H28 年度に本試験で性選別精液の AI により受胎した 5 頭(24h 区 2 頭、30h 区 3 頭)及び H29 年度の試験で受胎した 5 頭(24h 区 2 頭、30h 区 3 頭)中 4 頭が分娩し、3 頭の産子は雌であり、1 頭は双胎で胎齢 272 日に雌 2 頭を娩出したが、生後直死及び死産によりいずれも死亡した。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

本 TAI プログラムにより、GnRH 投与後 24～30 時間の間の AI で、経産牛においても 41.4%と通常精液同等の受胎率を得られることが明らかとなり(H27～29、n=29)、優良経産牛における後継牛作出への寄与が期待される。選別技術の進歩や卵胞周期との関連について、引き続き検討を重ねていく。

3 粗米サイレージと稲 WCS の乳牛への効率的な給与技術の開発

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○林美貴成、酒向佑輔、豊田知紀

研究期間：平成 29 (2017)～平成 31 (2019) 年度

予算区分：受託

1. 目的

本県は、都府県における酪農主産地としての地位を確立しているが、収益性の改善と地域資源循環に重要な意義を持つ自給飼料の生産と利用については経営体により様々である。今後、本県が生乳の供給拠点として安定的に存続していく上では、飼料自給率を引き上げることが重要な課題となっている。

そこで、トウモロコシサイレージ、イネ WCS、粗米サイレージ等の自給飼料の多給による牛乳安定生産技術を開発する。

2. 方法

(1) 供試家畜：泌乳中後期ホルスタイン種経産牛6頭

(2) 試験期間：平成 30 年1月 15 日～平成 30 年3月 16 日

(3) 試験方法：1期3週間(予備試験期間：14 日、本試験5日)とした3×3のラテン方格法

(4) 試験区の設定(表1)

46%(分離)区：トウモロコシサイレージ、イネ WCS、粗米サイレージを、粗飼料自給率 100%且つ飼料全体の自給率が 46%以上となるように加えた飼料を分離給与する区

46%(TMR)区：上記の飼料を TMR 給与する区

慣行区：当センター慣行の飼料を分離給与する区

(5) 調査項目：日乳量、乳成分、体重、飼料摂取量、第一胃内容液性状、血液性状、消化率、生乳生産費

3. 結果の概要

(1) 乾物摂取量は、試験区間に有意な差は認められなかった(表2)。

(2) 日乳量は、試験区間に有意な差は見られなかった。乳蛋白質率及び無脂固形分率について、46%(TMR)区が慣行区に比べて有意に高い値を示した。また、乳中尿素窒素について、慣行区が 46%(分離・TMR)区に比べて有意に高い値を示した(表2)。

(3) 第一胃内容液性状及び血液性状は、試験区間に有意な差は認められなかった(表3)。

以上のことから、46%(分離・TMR)区と慣行区との間で、乳蛋白質率及び乳中尿素窒素に有意な差が出たものの、乳生産性や第一胃内容液及び血液性状については、差が出なかった。このことから、粗飼料自給率 100%且つ飼料全体の自給率を 46%以上とした飼料を給与しても、乳生産性や第一胃内容液及び血液性状に大きな影響を及ぼさないことが明らかになった。

[具体的データ]

表1 供試飼料の飼料構成割合と飼料成分含量 (乾物中%)

項目 \ 試験区	慣行区	46%(分離)区	46%(TMR)区
配合割合			
オーツ乾草	8.3		
チモシー乾草	8.1		
イネWCS		11.8	11.8
トウモロコシサイレージ	31.9	31.5	31.5
ビートパルプ		8.1	8.1
配合飼料A	36.6		
配合飼料B		32.5	32.5
配合飼料C	6.6	3.3	3.3
大豆粕	3.3	3.3	3.3
破碎玄米	3.3		
粳米サイレージ		7.8	7.8
リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
炭酸カルシウム	0.8	0.7	0.7
ビタミン剤	0.4	0.4	0.4
計	100	100	100
飼料成分含量 ¹⁾			
可消化養分総量	72.4	71.5	71.5
粗蛋白質	15.1	14.8	14.8
中性デタージェント繊維	36.3	33.9	33.9
粗脂肪	3.1	2.9	2.9

¹⁾設計値

表2 飼料摂取量、体重及び乳生産性

項目 \ 試験区	慣行区	46%(分離)区	46%(TMR)区
供試頭数	6	6	6
体重	kg 709 ±77	704 ±91	710 ±70
乾物摂取量	kg/日 26.7 ±2.8	26.1 ±3.6	27.6 ±2.9
乳量	kg/日 36.7 ±8.5	37.0 ±8.1	36.3 ±6.3
乳脂率	% 4.14 ±0.72	4.17 ±0.91	4.05 ±1.01
乳蛋白質率	% 3.49 ±0.32 b	3.55 ±0.31 ab	3.61 ±0.37 a
無脂固形分率	% 8.96 ±0.32 b	9.02 ±0.26 ab	9.08 ±0.36 a
乳中尿素窒素	mg/dl 12.7 ±2.4 a	9.8 ±2.4 b	10.6 ±2.0 b
4%脂肪補正乳量	kg/日 37.0 ±6.9	37.4 ±7.4	36.0 ±5.4

同一行の異符号間に有意差あり(p<0.05)

表3 第一胃内容液性状及び血液性状

項目 \ 試験区	慣行区	46%(分離)区	46%(TMR)区
第一胃内容液			
pH	6.62 ±0.22	6.57 ±0.14	6.60 ±0.21
総VFA濃度	mmol/dl 8.68 ±1.15	8.29 ±3.39	11.3 ±4.19
酢酸	mmol/dl 5.59 ±0.68	5.45 ±0.51	5.91 ±1.21
プロピオン酸	mmol/dl 1.96 ±0.33	1.82 ±0.38	2.23 ±0.33
酢酸/プロピオン酸比	2.90 ±0.33	3.08 ±0.42	2.71 ±0.66
血漿			
グルコース	mg/dl 52 ±3	53 ±7	57 ±6
総コレステロール	mg/dl 219 ±32	214 ±33	203 ±36
尿素窒素	mg/dl 16 ±3	12 ±1	12 ±3
γ-GTP	IU/L 49 ±6	50 ±7	50 ±7

4 生乳中機能性成分を高める飼養管理による泌乳牛へのプラス効果

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○酒向佑輔、林美貴成、豊田知紀

研究期間：平成 28 (2016)～平成 29 (2017) 年度 (完了)

予算区分：県単

1. 目的

近年、牛乳消費量が低迷する一方、チーズや発酵乳等の乳加工品の需要が高まっている。このような中、酪農家から高品質で加工後も特徴が生かせる生乳の生産技術が求められている。そこで、乳中に含まれる機能性成分(α -トコフェロール等)を高める飼養管理技術を開発すると共に、乳牛へのプラス効果(暑熱時の酸化ストレス低減効果等)についても検討することで、酪農家の収益性向上に寄与する。

2. 方法

(1) 供試家畜: 泌乳前期ホルスタイン種 12 頭

(2) 試験期間: 分娩後1～9週間

(3) 試験区(表1)

10%区: イネ WCS を乾物中 10% 配合した TMR を給与する区(4頭)

25%区: イネ WCS を乾物中 25% 配合した TMR を給与する区(4頭)

40%区: イネ WCS を乾物中 40% 配合した TMR を給与する区(4頭)

(4) 調査項目: 飼料摂取量、乳量、乳成分、血液性状、血中の酸化ストレスマーカー(TBARS)、血中及び生乳中の脂溶性ビタミン類(α -トコフェロール、レチノール、 β -カロテン)濃度

3. 結果の概要

(1) 乾物摂取量は 25% 区で 10% 区に比べて低い値を示した(表2)。

(2) 日乳量に有意な差は見られなかった。乳蛋白質率及び無脂固形分率は 40% 区が 10% 区に比べて有意に低い値を示した。また、乳中尿素窒素は 40% 区が他区と比べて有意に高い値を示した。乳脂率は、40% 区が 10% 区に比べて有意に高い値を示した。

(3) 血液性状のうち、GOT、 γ -GTP、総コレステロール、血中尿素窒素、血中遊離脂肪酸は、いずれも 40% 区が 10% 区に比べて高い値を示した。血中の脂溶性ビタミン類の濃度については、 α -トコフェロール、 β -カロテンについて、40% 区が、10% 区に比べて有意に高い値を示した。TBARS については、試験区間に有意な差は見られなかった(表3)。

(4) 乳中ビタミンについて、 α -トコフェロール、 β -カロテンについて、40% 区が、10% 区に比べて有意に高い値を示した。一方、レチノールの値は区間に差は認められなかった。

以上のことから、泌乳前期ホルスタイン種にイネ WCS を乾物中 40% 配合した TMR を給与したところ、血中や乳中の脂溶性ビタミン(α -トコフェロール)類の濃度が増加する(乳中 α -トコフェロール濃度($\mu\text{g/ml}$): 10% 区(0.52)、25% 区(0.67)、40% 区(0.76))。ただし、酸化ストレス低減効果については、検証できなかった。また、血中尿素窒素(標準値: 8～16mg/dl)や血中遊離脂肪酸濃度(標準値: 200～400 $\mu\text{Eq/L}$)が標準値を上回っていることから、イネ WCS を多給時は、エネルギー不足に陥りやすいことが考えられる。そのため、泌乳前期にイネ WCS を多給することを考える場合、TDN 含量の高い飼料設計にするなどし、エネルギー不足に陥らないように充分注意する必要がある。

[具体的データ]

表1 飼料組成及び成分含量(乾物%)

項目\試験区	10%区	25%区	40%区
飼料組成			
イネWOS	10.6	24.9	39.6
トウモロコシサイレージ	22.2	24.1	10
オーツ乾草	11.8	0	0
市販配合飼料	42.3	36.3	38.4
市販配合飼料(高蛋白)	5.4	8.7	10
ビートパルプ	5.3	4.1	0
その他	2.4	1.9	2.0
成分含量			
乾物率	53.7	46.9	50.1
可消化養分総量	70.9	70.8	69.2
粗蛋白質	14.6	14.9	15.1
粗脂肪	6.4	6.0	6.2
中性デタージェント繊維	35.5	34.5	33.2

表2 各飼料のα-トコフェロール含量(乾物中)

飼料名	測定値平均(測定値幅)	
イネWOS(タチスズカ)	127 mg/kg	(52~159)
トウモロコシサイレージ	29 mg/kg	(21~41)
オーツ乾草	2 mg/kg	

表3 給与飼料中のα-トコフェロールおよびβ-カロテン含量(乾物中)

項目\試験区		10%区	25%区	40%区
α-トコフェロール	mg/kg	59	99	125
(イネWOSの寄与率)	%	(48)	(66)	(84)
β-カロテン	mg/kg	32	49	52

表4 飼料摂取量および乳生産

項目\試験区		10%区	25%区	40%区
乾物摂取量	kg/日	24.4 ± 3.1 a	23.3 ± 2.5 b	23.9 ± 3.7 ab
TDN摂取量	kg/日	17.3 ± 2.2 a	16.5 ± 1.8 b	16.5 ± 2.6 b
TDN充足率	%	91.4 ± 6.9	90.0 ± 6.7	90.1 ± 13.0
乳量	kg/日	43.7 ± 5.4	43.4 ± 3.4	43.0 ± 5.1
乳脂率	%	3.33 ± 0.47 A	3.57 ± 0.55 AB	3.75 ± 0.69 B
乳蛋白質率	%	3.00 ± 0.18 A	2.98 ± 0.20 B	2.84 ± 0.17 C
無脂固形分率	%	8.53 ± 0.21 A	8.53 ± 0.20 A	8.24 ± 0.19 B
乳中尿素窒素	mg/dl	7.8 ± 2.3 A	11.0 ± 2.5 B	14.1 ± 1.9 C
4%FCM	kg/日	39.2 ± 5.3	40.5 ± 3.6	41.1 ± 3.7

※同一行の異符号間に有意差有り(大文字P<0.01、小文字P<0.05)

表5 血液性状

項目\区		10%区	25%区	40%区
グルコース	mg/dl	44.7 ± 8.0	46.6 ± 7.1	42.0 ± 5.4
GOT	IU/L	47.7 ± 8.2 a	62.7 ± 15.2 b	67.1 ± 23.6 b
γ-GTP	IU/L	34.2 ± 8.6 a	31.9 ± 6.2 a	38.8 ± 9.4 b
総コレステロール	mg/dl	149 ± 48 a	150 ± 59 a	185 ± 73 b
総タンパク質	mg/dl	7.3 ± 0.5 ab	6.9 ± 0.6 a	7.5 ± 0.8 b
Ca	mg/dl	10.1 ± 1.3	9.4 ± 0.7	9.9 ± 1.0
尿素窒素	mg/dl	8.9 ± 2.3 A	12.9 ± 3.1 B	19.1 ± 3.0 C
遊離脂肪酸	μEq/L	137 ± 70	180 ± 81	460 ± 166
TBARS	μmol/L	0.51 ± 0.14	0.62 ± 0.22	0.65 ± 0.18

同一行の異符号間に有意差有り(大文字P<0.01、小文字P<0.05)

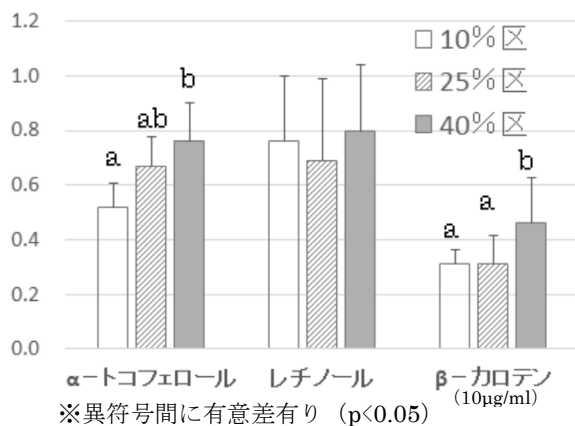


図1 乳中脂溶性ビタミン類の濃度(μg/ml)

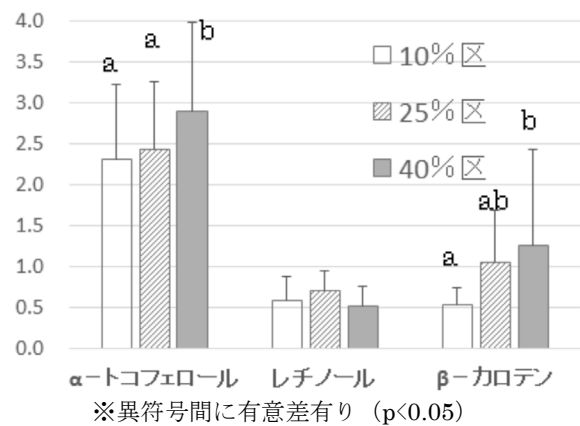


図2 血中脂溶性ビタミン類の濃度(μg/ml)

5 牛体の毛刈り、換気、細霧等、経営形態に応じた効果的な暑熱対策技術の実証

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○森瞳、酒向佑輔、豊田知紀

研究期間：平成 29 (2017)～平成 30 (2018) 年度 (継続)

予算区分：県単

1. 目的

夏季の暑熱ストレスは、乳牛の生理・生産機能に様々な悪影響を及ぼし、体温・呼吸数の上昇、採食量の減少、乳量・乳成分の低下とともに、疾病の増加や繁殖成績の低下などをもたらす。本県でも夏季の暑熱ストレスの影響が大きく、地球温暖化に伴って気温がさらに上昇すると乳生産に及ぼす悪影響は莫大になると予想される。

平成 26～28 年度の暑熱ストレス低減推進事業では、県内 6 酪農家をモデル農家として暑熱対策に係わる指導支援を行ってきた。これらの取組で得られた知見をもとに、効果的な暑熱対策技術を確立・実証することを目的とし試験を実施した。

2. 方法

(1) 供試家畜：泌乳期ホルスタイン種 12 頭

(2) 試験期間：馴致期間 H29 年 6 月 26 日～ 本試験 H29 年 7 月 3 日～(3 週間)

(3) 試験区：散水区(毛刈り有り)：散水と毛刈りを行う区(3 頭)

散水区(毛刈り無し)：散水し毛刈りを行わない区(3 頭)

対照区(毛刈り有り)：散水せず毛刈りのみ行った区(3 頭)

対照区(毛刈り無し)：散水せず毛刈りも行わない区(3 頭)

(4) 方法

散水は、1 日 2 回、10 時 30 分頃と 13 時 30 分頃から各回 15 分間実施した。散水時、牛は連動スタンションに繋留し、牛体の肩甲骨付近が濡れるように散水を行った。また、散水を行わない対照区牛についても、散水区へ散水を行っている間(15 分間)は、連動スタンションで繋留した。直腸温や体表温は、0 分(散水開始前)、15 分後(散水終了直後)および 75 分後(散水終了 1 時間後)にそれぞれ測定した。

(5) 調査項目：乳量、乳成分、体表温度、直腸温度

3. 結果の概要

(1) 乳量乳成分の変化については、表 1-1～1-3 に示した。

(2) 直腸温の変化については、表 2、図 1 に示した。対照区(毛刈り有り)において、75 分後に直腸温が有意に上昇した。それ以外の区については、時間経過や散水に伴う直腸温の有意な上昇や減少はみられなかった。また、試験区間に有意な差は見られなかった。

(3) 体表温の変化については、表 3、図 2 に示した。散水区において、毛刈りの有り無しに関わらず、15 分後に体表温は有意に低下し、75 分後に 0 分と同程度の水準に戻った。対照区(毛刈り有り)については、体表温の変化は認められなかった。また、対照区(毛刈り無し)では、75 分後に 0 分と比べて体表温が有意に上昇した。

4. まとめ

散水区で散水後に体表温が有意に低下したこと、また有意差は見られなかったが、散水区で直腸温が低下する傾向を示していることから、散水により一時的に牛の体を下げる効果があることが示唆された。また、対照区(毛刈り無し)において、75 分後で体表温が 0 分と比較して有意に上昇したことから、散水や毛刈りによって体表温の上昇を防げる可能性が示唆された。今後は、さらにデータを蓄積し、より効果のある散水時間や一日の実施回数などを検討していく必要がある。

[具体的データ]

表1-1 乳量の変化

乳量(kg/日)		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
散水区	(毛刈り有り)	34.93	35.40	34.50	34.49
	(毛刈り無し)	32.77	33.67	31.43	30.90
対照区	(毛刈り有り)	31.90	32.70	33.27	31.38
	(毛刈り無し)	35.33	32.67	34.43	32.14

表1-2 乳脂率の変化

乳脂率(%)		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
散水区	(毛刈り有り)	3.65	3.45	3.61	3.53
	(毛刈り無し)	3.81 a	3.43 b	3.74 a	3.79 a
対照区	(毛刈り有り)	3.46	3.18	3.40	3.61
	(毛刈り無し)	3.92	4.17	4.27	4.27

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

表1-3 乳蛋白質率の変化

乳蛋白質率(%)		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
散水区	(毛刈り有り)	3.02 b	3.14 a	3.14 a	3.17 a
	(毛刈り無し)	3.28 b	3.37 ab	3.37 ab	3.40 a
対照区	(毛刈り有り)	2.91	2.86	2.93	2.90
	(毛刈り無し)	3.07	3.18	3.22	3.15

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

表2 直腸温の経時的変化

直腸温(°C)		0分 (散水前)	15分後 (散水終了直後)	1時間15分後 (散水終了1時間後)
散水区	(毛刈り有り)	38.97	38.96	39.08
	(毛刈り無し)	38.87	38.81	38.83
対照区	(毛刈り有り)	38.88 a	38.94 ab	39.13 b
	(毛刈り無し)	39.05	39.15	39.07

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

表3 体表温の経時的変化

体表温(°C)		0分 (散水前)	15分後 (散水終了直後)	75分後 (散水終了1時間後)
散水区	(毛刈り有り)	34.19 a	33.44 b	34.26 a
	(毛刈り無し)	33.66 a	32.71 b	34.09 a
対照区	(毛刈り有り)	34.13	34.17	34.54
	(毛刈り無し)	34.57 b	34.17 b	35.14 a

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

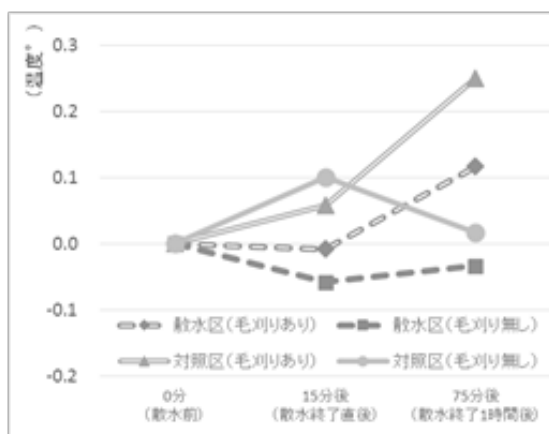


図1 散水前を0とした場合の直腸温の増減

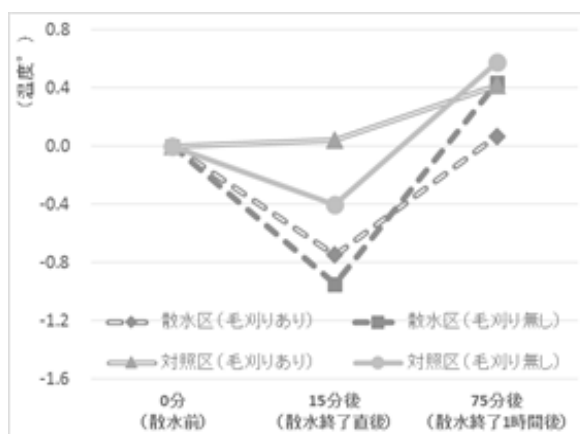


図2 散水前を0とした場合の体表温の増減

6 チーズ製造に適した泌乳期の解明

担当部署名：乳牛研究室

担当者名：○林美貴成、森瞳、豊田知紀

研究期間：平成 29 (2017)～平成 31 (2019) 年度 (継続)

予算区分：受託

1. 目的

近年、チーズ・ヨーグルト等の乳製品の製造に取り組む生産者が増加しているが、県内のチーズ工房では、チーズ製造過程において乳酸発酵が進まず、原料乳が凝固しないという現象が散発しており、原因の究明が求められている。

そこで、生乳にも乳酸菌の発酵に影響を及ぼす要因がある可能性が考えられることから、泌乳期の違いによる乳成分変動がチーズの製造に与える影響について検討する。

2. 方法

(1) 供試材料

ホルスタイン種経産牛16頭の生乳(個体乳)、ゴーダチーズ製造用スターター、レンネット

(2) 試験区

泌乳期を搾乳日数によって、初期(搾乳日数6～50日)、最盛期(同 51～110日)、中期(同 111日～220日)、後期(同 221日～)の4区とし、各泌乳期4頭の個体乳を用いて、計 16回ゴーダチーズを製造した。

(3) 調査項目

チーズ製造時 pH(スターター添加からクッキング終了(ホエーpH 6.2)までの経過時間及び pH 低下速度)、チーズ歩留まり

3. 結果の概要

(1) 供試牛の乳量、乳成分について、区間で有意な差は認められなかった(表1)。

(2) スターター添加からクッキング終了(ホエーpH 6.2)までの pH 低下速度について、いずれも区間で有意な差は認められなかった(図1)。

(3) 乳蛋白質率とチーズ歩留まりとの間に正の相関が認められた(図2)。

以上のことから、乳牛の泌乳期とクッキング中の pH 低下速度に関連は認められなかった。しかし、原料乳の乳蛋白質率とチーズ歩留まりとの間に正の相関が認められたことから、一般的に乳蛋白質率が高くなるとされる泌乳後期牛の生乳を用いてチーズを製造することによってチーズ収量が高まることが示唆された。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

泌乳期別の生乳で製造したゴーダチーズを熟成期間ごと(3、6、9ヶ月)にサンプリングし、その遊離アミノ酸含量を分析することによって、泌乳期の違いによる乳成分変動がチーズの熟成に与える影響について検討する。

[具体的データ]

表1 供試牛の乳量、乳成分

項目/試験区		初期	最盛期	中期	後期
乳量	kg	41.2 ±5.5	37.5 ±9.9	36.9 ±4.4	38.6 ±4.0
乳脂率	%	4.44 ±0.73	4.72 ±0.53	3.89 ±0.41	4.13 ±0.74
乳蛋白質率	%	3.29 ±0.34	3.07 ±0.34	3.34 ±0.36	3.61 ±0.47
乳糖率	%	4.56 ±0.10	4.67 ±0.23	4.52 ±0.17	4.45 ±0.17
無脂固形分率	%	8.79 ±0.35	8.69 ±0.23	8.82 ±0.43	8.99 ±0.39
体細胞数	千個	90.8 ±36.8	102.3 ±132.4	62.8 ±31.1	150.3 ±89.8
乳中尿素窒素	mg/dl	7.3 ±1.66	10.4 ±4.49	10.4 ±1.90	9.1 ±1.26

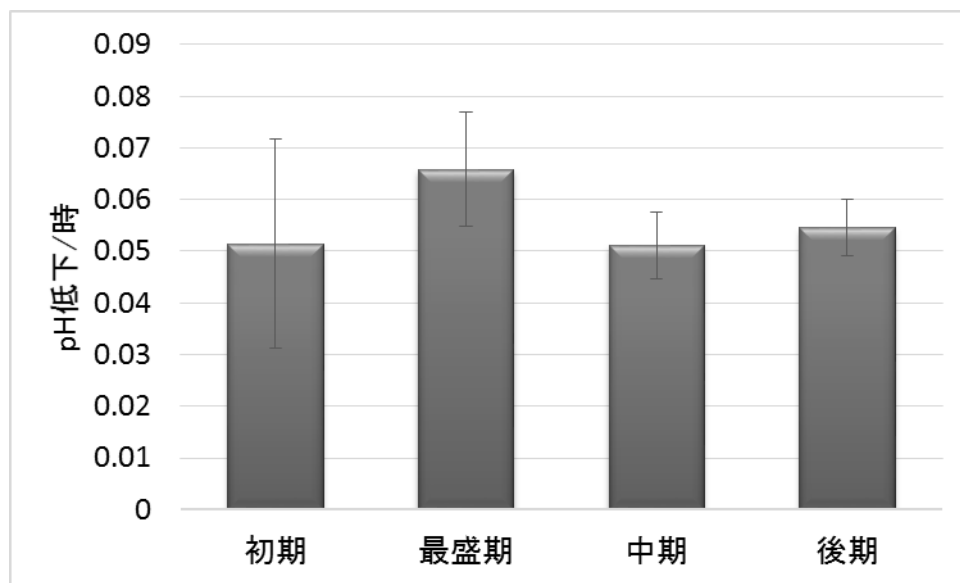


図1 クッキング終了（ホエーpH 6.2）までの pH 低下速度

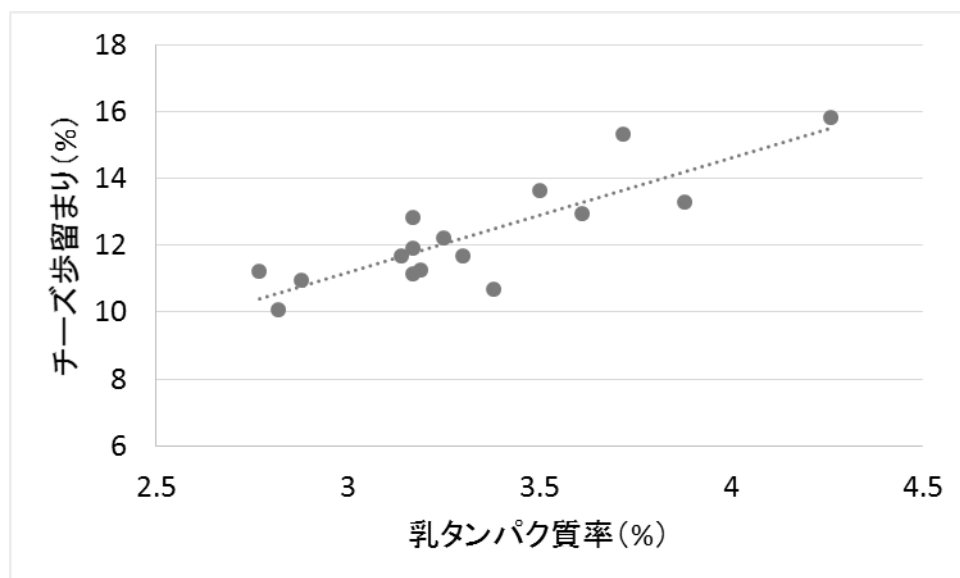


図2 乳タンパク質率とチーズ歩留まりの相関