

奶牛蛋白多态型与产乳性能关系的研究*

巨智勇 邱 怀(导师)

(西北农业大学畜牧系)

摘 要

本试验采用聚丙烯酰胺电泳技术,标记了110头奶牛血清运铁蛋白,淀粉酶和乳清 β -乳球蛋白遗传位点。结果表明,运铁蛋白DD型牛产奶量(5709kg)显著高于AA型牛(5204kg),D基因对A的产奶量基因替代平均效应值为242.5kg。 β -乳球蛋白以BB型牛乳脂率(3.81)和乳蛋白率(3.11)显著为高。B基因对A的基因替代平均效应值:乳脂率为0.10,乳蛋白率为0.22。试验最后制定出各位点优势基因对基因型育种值的回归方程。

关键词 奶牛;电泳;运铁蛋白; β -乳球蛋白;产奶量;乳脂率;乳蛋白率

育种工作者历来多从体躯、乳房形态上与泌乳能力联系,很少有人从生物活性物质担负机能上联系。泌乳是许多生理生化反应的复杂过程,乳汁为其终产物。参与该反应的酶、蛋白质、前体物、代谢物和激素等活性因子无疑是该功能的直接体现者。它们构型的异同,量的大小势必反映到产奶量上来,表现出相关关系。由于蛋白质、酶多态型等生化性状与生同来,终生保持相对稳定性,对外界环境保持相对独立性,如能找到生化性状对生产性能的预报者,就可提早选种,加快育种速度。为此,本试验研究了奶牛血清运铁蛋白、淀粉酶及乳清 β -乳球蛋白多态型与产奶性能的关系,以便为奶牛育种提供理论依据。

材料和方法

(一) 试验材料

选取西安市草滩农场牧一,牧三队健康、同龄奶牛110头。每头牛颈静脉采血样,并采奶样。分离出血清、乳清置冰箱备检。

(二) 试验方法

采用聚丙烯酰胺凝胶板状垂直电泳法,电泳出血清运铁蛋白和淀粉酶,乳清 β -乳球蛋白的蛋白谱带,与标准带型^[1,2]比较,决定出试验牛三蛋白位点基因型。

(三) 资料分析方法

1. 生产性能资料最小二乘校正模型

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + E_{ijk}$$

式中 μ ——群体均值; A——场间因素; B——公牛因素;
E——随机误差; Y——观测值。

2. 基因、基因型效应计算公式^[3]

* 路兴中、常洪、蒿买道和张英汉等老师对本文提出宝贵意见,洪振中、胡天净、程英虎、郑卫民帮助采样,深表谢意。

本文于1986年3月10日收到。

模拟基因	基因平均效应	基因替代平均效应	基因型	基因型效应	基因型累加效应	基因型显性效应
A_1	$\alpha_1 = q[a+d(q-p)]$	$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$	A_1A_1	$2q(\alpha - qd)$	$2q\alpha$	$-2q^2d$
	A_1A_2		$(q-p)\alpha + 2pqd$	$(q-p)\alpha$	$2pqd$	
A_2	$\alpha_2 = -p[a+d(q-p)]$		A_2A_2	$-2p(\alpha + pd)$	$-2p\alpha$	$-2p^2d$

其中 P—— A_1 基因频率；q—— A_2 基因频率；a—— A_1A_1 基因型值；
 d—— A_1A_2 基因型值； α_1 —— A_1 基因效应； α_2 —— A_2 基因效应；
 α —— A_1 对 A_2 基因的替代效应。

计算借助APPLE-Ⅱ型机进行。

结果与分析

(一) 基因频率和基因型频率

测定110头牛，统计得出基因、基因型频率(见表1)。

表1 运铁蛋白、淀粉酶、 β -乳球蛋白位点基因型频率和基因频率

项目	运铁蛋白 (Tf)						淀粉酶 (Am)			β -乳球蛋白 (Lg)		
	AA	AD	DD	AE	DE	EE	BB	BC	CC	AA	AB	BB
观测头数	32	48	22	5	3	0	66	41	3	30	70	54
基因型频率	29.09	43.64	20.00	4.54	2.72	0.00	60.00	37.27	2.72	19.48	45.45	35.07
基因	A		D	E		B	C		A	B		
基因频率	53.18		43.17	3.64		78.64	21.76		42.21	57.29		

注： β -乳球蛋白额外做44头牛，只用于计算频率。

从表1可知，试验群体在运铁蛋白位点表现AA，AD，DD，AE，DE五种基因型，未发现EE型个体。淀粉酶和 β -乳球蛋白分别表现BB，BC，CC和AA，AB，BB三种基因型。经对三位点分别进行 X^2 检验，证明基因型频率分布符合Hardy-Weiberg平衡，表明试验群体为平衡群体。

(二) 各基因型间产乳性能结果比较

经用二因素最小二乘数学模型校正场间环境效应和公牛遗传效应，就可把二场生产性能资料合并比较各位点基因型作用差异。

从表2可见，运铁蛋白DD型牛产乳量、产脂量、产蛋白量最大，与AA，AE型牛比较，差异达显著水准。对乳脂率、乳蛋白率各基因型间差异不显著。淀粉酶位点只对产脂量BB型与BC型存在显著差异。 β -乳球蛋白位点BB型牛乳脂率、乳蛋白率最高，较AB型均达显著水准。与AA型比较，仅乳蛋白率达极显著水准。

运铁蛋白基因型分别与淀粉酶、 β -乳球蛋白各基因型结合观察，得各组合基因型生产指标如表3。

表 2 各位点基因型乳量、乳成分均值

位点	基因型	产乳量	产脂量	产蛋白量	乳脂率	乳蛋白率
运铁蛋白	DD	5709	212	171	3.56	2.72
	AD	5373	197	152	3.62	2.90
	AA	5204 ^{a*}	188 ^{a*}	140 ^{a**}	3.76	2.85
	DE	5230	201	163	3.72	3.10
	AE	4961 ^{a*}	170 ^{a*}	138 ^{a**}	3.70	2.80
淀粉酶	BB	5220	179 ^{b*}	146	3.64	2.79
	BC	5289	208	156	3.79	2.91
	CC	5376	192	154	3.59	2.92
β -乳球蛋白	AA	5386	197	152	3.69	2.70 ^{c**}
	AB	5289	184	148	3.51 ^{c*}	2.80 ^{c*}
	BB	5209	198	159	3.81	3.11

注：表中数值为最小二乘均值、显著性系用Tukey氏固定极差法检验。

表 3 运铁蛋白与淀粉酶、 β -乳球蛋白各组合基因型乳量、乳成分均值

位点	基因型	头数	产乳量	产脂量	产蛋白量	乳脂率	乳蛋白率
运铁蛋白 淀粉酶	AA·BB	22	5132	185 ^{F*}	146	3.82	2.83
	AD·BB	29	5278	180 ^{F*}	149	3.80	2.91
	DD·BB	14	5397	197	157	3.73	2.69
	AA·BC	9	5264	192	154	3.64	2.79
	AD·BC	18	5259	183 ^{F*}	151	3.49	2.88
	DD·BC	7	5415	229	162	3.78	2.64
运铁蛋白 β -乳球蛋白	DD·AA	5	5798	208	164	3.62 ^{c***h**}	2.76 ^{c***f*}
	DD·BB	9	5497	211	151	3.65 ^{c***h**}	2.76 ^{c***f*}
	DD·AB	8	5318	197	155	3.58 ^{c***h**}	2.75 ^{c***f*}
	AD·AA	7	5568	188	153	3.56 ^{g*}	2.73 ^{c***f*}
	AD·BB	4	5010 ^{a**}	193	151	3.96	3.01
	AD·AB	27	5069 ^{a**}	172	154	3.65 ^{c***h**}	2.93
	AA·AA	8	5148 ^{a*}	186	153	3.77	2.88
	AA·BB	10	4941 ^{a***d*}	177	132	3.87	2.91
	AA·AB	14	5017 ^{a**}	187	137	3.64 ^{c***h**}	2.65 ^{g***}

注：未列出的组合基因型因发现头数少，没有统计意义。

运铁蛋白与淀粉酶组合基因型以TfDD/A_mBC型牛产脂量显著为大，与 β -乳球蛋白组合基因型以TfDD/LgAA型牛产乳量最高，以TfAD/LgBB型乳脂率，乳蛋白率最高。产奶量高的组合基因型牛乳脂率、乳蛋白率显著为低。因此，在对好的基因型组合选择上，看来不可能选出产奶量、乳脂率均高的牛。

(三) 基因、基因型效应分析结果

对各独立位点基因型间泌乳性状存在显著性差异的, 进一步作基因、基因型效应计算(结果见表4)。

从表4可见, 在该试验群体基因频率条件下, 选择优势基因TfD替代TfA, 对产乳量替代平均效应为242.5Kg, 产脂量为11.6Kg, 产蛋白量为15.0Kg。计算出的累加效应即为基因型育种值, 可见TfDD育种值高达271.6Kg、TfAD为29.1kg, 而TfAA则为-213.4Kg。选择 β -LgB替代 β -LgA, 对乳脂率的替代平均效应为0.10, 对乳蛋白率则高达0.22。

表4 各位点基因、基因型效应

位点	性状	基因	基因平均效应	基因替代平均效应	基因型	基因型效应	累加效应	显性效应
运	产乳量	D	135.8	242.5	DD	323.9	271.6	52.4
					AD	-12.1	29.1	-41.2
		A	-106.7		AA	-181.1	-213.4	32.3
铁蛋	产脂量	D	6.5	11.6	DD	14.9	13.0	1.9
					AD	-0.1	1.4	-1.5
		A	5.1		AA	-9.1	-10.2	1.2
白	产蛋白量	D	8.4	15.0	DD	19.1	16.9	2.2
					AD	0.1	1.8	-1.7
		A	6.6		AA	-11.9	-13.3	1.4
淀粉酶	产脂量	C	15.3	19.4	CC	2.7	30.5	-27.8
					BC	18.7	11.1	7.6
		B	4.1		BB	-10.3	-8.3	-2.1
β 1乳球蛋白	乳脂率	B	0.04	0.10	BB	0.17	0.08	0.09
					AB	-0.13	-0.02	-0.12
		A	-0.06		AA	0.05	-0.11	0.16
	乳蛋白率	B	0.09	0.22	BB	0.22	0.19	0.04
					AB	-0.09	-0.04	-0.05
		A	-0.13		AA	-0.19	-0.26	0.07

经用最小二乘原理配合优势基因对基因型育种值的直线方程, 得出通式:

$$\hat{y} = \alpha (x - 2P)$$

式中 \hat{y} —— 基因型育种值估测值; x —— 优势基因个数;

α —— 优势基因替代效应; P —— 优势基因频率。

表 5 优势基因对基因型育种值的回归方程

位 点	优势基因	估测性状	回 归 方 程
运铁蛋白	D	产奶量	$\hat{y} = 242 (X - 0.88)$
		产脂量	$\hat{y} = 12 (X - 0.88)$
		产蛋白量	$\hat{y} = 15 (X - 0.88)$
淀粉酶	C	产脂量	$\hat{y} = 19 (X - 0.43)$
β -乳球蛋白	B	乳脂率	$\hat{y} = 0.097 (X - 1.16)$
		乳蛋白率	$\hat{y} = 0.221 (X - 1.16)$

讨 论

运铁蛋白的主要生理功能是运输铁,属质量性状遗传。本试验与Ashton^[5]研究得出的结果一致,即运铁蛋白基因型因素对产奶量这一数量性状发生影响。Kiddy^[4]对此有二种解释:一为源于基因多效,一为两位点遗传连锁。根据基因多效观点,认为基因到性状的过程是生化作用过程,与该性状表现过程相联系的其它生理生化过程多少会受到其变化的影响,出现多效。不同运铁蛋白基因代表不同运铁蛋白,各运铁蛋白对其担负生理功能执行的完满与否,本身对泌乳活动就是一种促进或威胁。据报道,乳腺可合成乳运铁蛋白,与血清运铁蛋白是否受同一基因位点控制,还不清楚。Okazaki (1978)以运铁蛋白刺激大鼠细胞,可促使DNA合成。有人还证明运铁蛋白具抗感染功能,就是通过这些生理作用及未揭示的功能,使运铁蛋白质量性状对产乳量数量性状发生影响。正如方宗熙教授所指出的:“从原则上讲,一个基因可能对某一质量性状有影响,这是它的主要作用,同时它也可能对某一数量性状有影响。”至于本试验计算出的运铁蛋白D对A的产奶量基因替代平均效应值较Ashton(77Kg)和Jamieson(34Kg)结果都大,可能与本试验群体个体间产乳量差异较大及基因频率分布有关。

NG-Kwai-Hang^[6]得出 β -乳球蛋白基因B与高乳蛋白含量有关。本试验证明了这一点。 β -乳球蛋白和 α -乳白蛋白为乳清中二个主要蛋白成分。人们一直推测它们与泌乳机能有关。近来对 α -乳白蛋白突破性研究证实: α -乳白蛋白为乳糖合成酶组分, β -乳球蛋白功能还不清楚。该试验及NG-Kwai-Hang研究说明 β -乳球蛋白可能与乳腺合成乳蛋白速度有关,这有待于生理生化实验证明。

蛋白多态性研究的发展方向是结合多个位点研究^[2],找出与生产性能联系的多位点基因型组合。因为任何基因位点都不是独立存在、彼此无关的。本试验做了二位点结合研究,认为所结合位点愈多,要求试验群体愈大,这样试验才具代表性。并认为结合位点的研究结果要比单个位点意义大。

小 结

本试验初步说明:

1. 试验群体为Hardy-Weiberg平衡群体。基因频率分布为:运铁蛋白:A 53.18%, D 43.17%, E 3.64%;淀粉酶: B 78.64%, C 21.76%; β -乳球蛋白:A 42.21%, B 57.79%。
2. 运铁蛋白以DD基因型牛产奶量、产脂量、产蛋白量最大,显著性高于AA型牛。
3. β -乳球蛋白基因型与乳脂率,乳蛋白率有关。以BB型牛乳成分含量最高,乳脂率显著性高于AB型,乳蛋白率显著性高于AA, AB型。淀粉酶与泌乳性状关系不大。
4. 运铁蛋白与 β -乳球蛋白组合基因型以 TfDD/LgAA 型牛产奶量最大,以 TfAD/LgBB型牛乳脂率,乳蛋白率最高。
5. 运铁蛋白D基因对A的基因替代平均效应值:产奶量242.5Kg,产脂量11.6Kg,产蛋白量15.0Kg。 β -乳球蛋白B基因对A的基因替代平均效应值:乳脂率0.10,乳蛋白率0.22。

参 考 文 献

- [1] [日] 佐佐木清纲主编,李世安译:《家畜的血液型及其应用》,上海科学技术出版社,1984。
- [2] 秦志锐:生化遗传学在奶牛育种中应用的进展,《黑龙江畜牧科技》,(8) 1978: 26-30。
- [3] Mather著,盖钧镒译:《数量遗传学原理》,江苏科学技术出版社,1981。
- [4] Kiddy, C.A.: Transferrins type and Transmittity ability for Production in Dairy Bulls, J.of Dairy Sci., 58, 1975: 1501。
- [5] Ashton, G.C.: β -globulin polymorphism and economic factor in dairy Cattle, J.of Agri. Sci., 54, 1960: 321。
- [6] NG-Kwai-Hang: Relationships Between milk Protein Polymorphisms and Major milk Constituents in Holstein-Friesian cows, J.of Dairy Sci. 69, 1985: 22-26。

RELATIONSHIP BETWEEN THE PROTEIN POLYMORPHISMS AND LACTATION PERFORMANCES OF HOLSTEIN COWS

Ju Zhiyong Qiu Huai

(*Animal Husbandry Department, Northwestern Agricultural
University*)

Abstract

The polyacrylamide gel electrophoresis technique was adopted to mark the polymorphisms of transferrin (Tf), amylase (Am) and β -lactoglobulin (β -Lg) of 110 Holstein cows in this test. It was found that Tf polymorphism had a significant effect on milk production, and that β -Lg polymorphism has also an obvious effect on fat and protein percentages. Cows with Tf DD (5709 kg) produced more milk than cows with Tf AA (5204 kg) did. The estimated effect of substituting Tf D for Tf A is 242.5kg. Cows with β -LgBB may have high fat and protein percentages (3.81 and 3.11) respectively. Effects of substituting β -LgB for β -LgA are: fat percentage 0.01, protein percentage 0.22. The regression equations for dominant genes of breeding value of genotypes were eventually obtained in this paper.

Key words Holstein cows; Electrophoresis; Transferrin; β -Lactoglobulin; milk production; fat percentage; protein percentage