

2023 年中国肉用及乳肉兼用种公牛遗传评估概要

肉牛业是畜牧业的重要产业，良种是肉牛业发展的物质基础。为贯彻落实《全国肉牛遗传改良计划（2021-2035 年）》，宣传和推介优秀种公牛，促进和推动牛群遗传改良，定期公布种公牛遗传评估结果十分必要。

《2023 中国肉用及乳肉兼用种公牛遗传评估概要》（以下简称《概要》），公布了 42 个种公牛站的 32 个品种，3780 头种公牛遗传评估结果。《概要》公布了 347 头西门塔尔牛和华西牛种公牛后裔测定结果以及 1300 头西门塔尔牛和华西牛种公牛的基因组评估结果。评估工作的数据主要来源于我国肉牛遗传评估数据库中 6 万余牛只的生长发育记录，包括后裔测定的 2709 头西门塔尔牛生长记录、与我国肉牛群体有亲缘关系的 2973 头澳大利亚西门塔尔牛生长记录，提高了肉牛遗传评估准确性。此次评估发布的结果，可作为肉牛或乳肉兼用牛养殖场（户）科学合理开展选种选配的重要选择依据，也可作为相关科研或育种单位选育或评价种公牛的主要技术参考。

使用的西门塔尔牛和华西牛参考群体是由国家肉牛遗传评估中心依托中国农业科学院北京畜牧兽医研究所牛遗传育种创新团队构建，群体规模 4338 头。根据国内肉牛育种数据的实际情况，选取产犊难易度、断奶重、育肥期日增重、胴体重、屠宰率共 5 个主要性状进行基因组评估，基因组估计育种值（GEBV）经标准化后，通过适

当的加权，得到中国肉牛基因组选择指数（Genomic China Beef Index GCBI）。

由于个别公牛编号变更等问题，可能会出现公牛遗传性能遗漏或不当之处，敬请同行专家和广大使用人员不吝赐教，及时提出批评和更正意见。

农业农村部种业管理司

全国畜牧总站

2023年9月

目 录

1 肉用种公牛遗传评估说明	1
1.1 遗传评估方法	1
1.2 遗传评估模型	1
1.3 中国肉牛选择指数	2
1.4 遗传参数	3
1.5 其他说明	3
2 乳肉兼用种公牛遗传评估说明	4
2.1 遗传评估方法	4
2.2 遗传评估模型	4
2.3 4%乳脂率校正奶量计算方法	5
2.4 中国兼用牛总性能指数	5
2.5 遗传参数	6
3 基因组遗传评估说明	7
3.1 基因组遗传评估方法	7
3.2 基因组估计育种值计算程序	7
3.3 中国肉牛基因组选择指数 (GCBI) 的计算	8
3.4 遗传参数	8
3.5 其他说明	9
4 种公牛遗传评估结果	10
4.1 西门塔尔牛	10
4.2 华西牛	246
4.3 三河牛	270
4.4 瑞士褐牛	274
4.5 新疆褐牛	278
4.6 摩拉水牛	281
4.7 尼里-拉菲水牛	284

4.8 地中海水牛	286
4.9 夏洛来牛	289
4.10 安格斯牛	295
4.11 利木赞牛	301
4.12 和牛	306
4.13 其他品种牛	314
5 种公牛站代码信息	323
6 参考文献	325
7 2023 年中国肉用及乳肉兼用种公牛遗传评估分析	326

1 肉用种公牛遗传评估说明

根据国内肉用种公牛育种数据的实际情况，选取体型外貌评分、初生重、6月龄体重、18月龄体重4个性状进行遗传评估，各性状估计育种值经标准化后，按10:10:40:40的比例进行加权，得到中国肉牛选择指数（China Beef Index, CBI）。

1.1 遗传评估方法

采用单性状动物模型 BLUP 法进行评估。

1.2 遗传评估模型

育种值预测模型如下：

$$y_{ijkln} = \mu + Station_i + Source_j + Year_k + Breed_l + Sex_n + day + a_{ijklnp} + e_{ijklnp}$$

式中： y_{ijkln} ——性状的观察值；

μ ——群体均数；

$Station_i$ ——现所属场站固定效应；

$Source_j$ ——出生地固定效应；

$Year_k$ ——出生年固定效应；

$Breed_l$ ——品种固定效应；

Sex_n ——性别固定效应；

day ——测定日龄（天数）；

a_{ijklnp} ——个体的加性遗传效应，服从 $(0, A\sigma_a^2)$ 分布， A 指个体间分子血缘系数矩阵， σ_a^2 指加性遗传方差；

e_{ijklnp} ——随机剩余效应，服从 $(0, I\sigma_e^2)$ 分布， I 指单位对角矩阵， σ_e^2 指随机残差方差。

1.3 中国肉牛选择指数

各性状估计育种值经标准化后，按 10：10：40：40 的比例进行加权，得到中国肉牛选择指数（China Beef Index，CBI）。

$$CBI = 100 + 10 \times \frac{Score}{S_{Score}} + 10 \times \frac{BWT}{S_{BWT}} + 40 \times \frac{WT_6}{S_{WT_6}} + 40 \times \frac{WT_{18}}{S_{WT_{18}}}$$

式中： $Score$ ——是体型外貌评分的育种值；

S_{Score} ——是体型外貌评分遗传标准差；

BWT ——初生重的估计育种值；

S_{BWT} ——初生重遗传标准差；

WT_6 ——6 月龄体重的估计育种值；

S_{WT_6} ——6 月龄体重遗传标准差；

WT_{18} ——18 月龄体重的估计育种值；

$S_{WT_{18}}$ ——18 月龄体重遗传标准差。

1.4 遗传参数

各性状遗传参数见表 1-1

表 1-1 各性状遗传参数

性 状	遗传方差	环境方差	表型方差	遗传力(h^2)
体型外貌评分	1.94	2.38	4.32	0.45
出生重	10.76	16.24	27	0.40
6 月龄重	470.48	784.08	1254.56	0.38
18 月龄重	1793.26	2327.91	4121.17	0.44

1.5 其他说明

本书中,各品种估计育种值排名参考表中“公牛数量”是我国肉用及乳肉兼用种公牛数据库中具有该性状估计育种值的公牛数量(头)。 EBV 为估计育种值(Estimated Breeding Value), r^2 为估计育种值的可靠性(Reliability)。

2 乳肉兼用种公牛遗传评估说明

根据国内乳肉兼用种公牛育种数据的实际情况,选取体型外貌评分、初生重、6月龄体重、18月龄体重4个肉用性状和4%乳脂率校正奶量(FCM)进行遗传评估,FCM估计育种值经标准化后,CBI和FCM按60:40的比例加权,得到中国兼用牛总性能指数(Total Performance Index, TPI)。

2.1 遗传评估方法

采用单性状动物模型BLUP法进行评估。

2.2 遗传评估模型

4%乳脂率校正奶量(FCM)育种值预测模型如下:

$$y_{ijk} = \mu + Station_i + Source_j + Year_k + a_{ijkp} + e_{ijkp}$$

式中: y_{ijkln} ——个体性状的观察值;

μ ——总平均数;

$Station_i$ ——现所属场站固定效应;

$Source_j$ ——出生地固定效应;

$Year_k$ ——出生年固定效应;

a_{ijkp} ——个体的加性遗传效应,服从 $a_{ijkp} \sim N(0, A\sigma_a^2)$ 分布, A指个体间分子血缘系数矩阵, σ_a^2 指加性遗传方差;

e_{ijkp} ——随机剩余效应,服从 $e_{ijkp} \sim N(0, I\sigma_e^2)$ 分布, I指单位对角矩阵, σ_e^2 指随机残差方差。

2.3 4%乳脂率校正奶量计算方法

4%乳脂率校正奶量计算公式：

$$FCM = M * (0.4 + 15 * F)$$

式中：FCM——4%乳脂率校正乳量；

M——各胎次公牛母亲真实产奶量（单位：kg）；

F——乳脂率（单位：%）。

将不同胎次产奶量统一校正到4胎。

不同胎次产奶量校正系数见表2-1。

表 2-1 不同胎次产奶量校正系数

泌乳期	1	2	3	4	5
系数	1.2419	1.0913	1.0070	1	0.9830

2.4 中国兼用牛总性能指数

$$TPI = 100 + 60 \times (CBI-100)/100 + 40 \times \frac{FCM}{S_{FCM}}$$

式中：CBI——中国肉牛选择指数；

FCM——4%乳脂率校正奶量的育种值；

S_{FCM} ——4%乳脂率校正奶量遗传标准差。

2.5 遗传参数

各性状遗传参数见表 2-2

表 2-2 各性状遗传参数

性状	遗传方差	环境方差	表型方差	遗传力(h^2)
体型外貌评分	1.94	2.38	4.32	0.45
出生重	10.76	16.24	27	0.40
6 月龄重	470.48	784.08	1254.56	0.38
18 月龄重	1793.26	2327.91	4121.17	0.44
4% 乳脂校正奶量	1877027.00	2636253.45	4513280.45	0.42

3 基因组遗传评估说明

基因组遗传评估使用的西门塔尔牛参考群体是由国家肉牛遗传评估中心依托中国农业科学院北京畜牧兽医研究所牛遗传育种创新团队构建，群体规模4338头。根据国内肉牛育种数据的实际情况，选取产犊难易度、断奶重、育肥期日增重、胴体重、屠宰率共5个主要性状进行基因组评估，基因组估计育种值(GEBV)经标准化后，通过适当的加权，得到中国肉牛基因组选择指数(Genomic China beef index, GCBI)。

3.1 基因组遗传评估方法

采用由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所牛遗传育种创新团队开发的《肉牛数量性状基因组选择 BayesB 计算软件 V1.0》进行评估。

3.2 基因组估计育种值计算程序

由 BayesB 方法估计出标记效应，模型如下：

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \sum_{i=1}^n \mathbf{Z}_i g_i + \mathbf{e}$$

式中， \mathbf{y} ——表型观察值向量；

\mathbf{X} —— $n \times f$ 维关联矩阵；

\mathbf{b} —— f 维固定效应向量；

f ——固定效应个数；

\mathbf{Z}_i —— n 个个体在第 i 个 SNP 的基因型向量；

g_i ——第 i 个标记的效应值，方差为 $\sigma_{g_i}^2$ ；

n ——总的标记数；

\mathbf{e} ——随机残差向量，方差为 $\sigma_e^2 \mathbf{I}$ ， σ_e^2 是残差方差。

将待评估个体的标记基因型向量与位点效应向量相乘，即可得到待评估个体的各性状基因组估计育种值。

3.3 中国肉牛基因组选择指数（GCBI）的计算

基因组估计育种值经标准化后，通过适当的加权，得到中国肉牛基因组选择指数（Genomic China beef index, GCBI）。具体计算公式如下：

$$GCBI = 100 + \left(-5 \times \frac{Gebv_{CE}}{1.30} + 35 \times \frac{Gebv_{WWT}}{17.7} + 20 \times \frac{Gebv_{DG,F}}{0.11} + 25 \times \frac{Gebv_{CW}}{16.4} + 15 \times \frac{Gebv_{DP}}{0.13} \right)$$

式中： $Gebv_{CE}$ ——产犊难易度基因组估计育种值；

$Gebv_{WWT}$ ——断奶重基因组估计育种值；

$Gebv_{DG,F}$ ——育肥期日增重基因组估计育种值；

$Gebv_{CW}$ ——胴体重基因组估计育种值；

$Gebv_{DP}$ ——屠宰率基因组估计育种值。

3.4 遗传参数

表 3-1 各性状遗传参数

性状	遗传方差	环境方差	表型方差	遗传力(h ²)	基因组育种值估计准确性
产犊难易度	1.57	5.42	6.99	0.22	0.57
断奶重	572.52	745.83	1318.35	0.43	0.52
育肥期日增重	0.01	0.01	0.02	0.48	0.61
胴体重	256.26	336.49	592.75	0.43	0.57
屠宰率	0.02	0.04	0.06	0.31	0.51

注：基因组育种值估计准确性的评估是通过采用《肉牛数量性状基因组选择 BayesFB 计算软件 V1.0》进行 5 倍交叉验证获得。

3.5 其他说明

本书中，西门塔尔牛与华西牛产犊难易度、断奶重、育肥期日增重、胴体重、屠宰率等 5 个性状的基因组估计育种值 **Rank** 的排名是在 4338 头西门塔尔牛与华西牛群体中的排名。

4 种公牛遗传评估结果

4.1 西门塔尔牛

表 4-1-1 肉用西门塔尔牛 CBI 前 100 名

序号	牛号	CBI	体型外貌评分		初生重		6 月龄体重		18 月龄体重	
			EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)
1	22221885	279.13	1.66	37	3.65	55	58.10	51	51.79	42
2	15412115	268.25	0.35	51	4.06	55	68.60	36	28.44	48
3	15621509	262.36	0.05	9	4.05	55	54.50	52	52.02	42
4	41120270	241.05	0.80	52	-0.26	57	48.40	53	49.54	50
5	11121327	240.38	-0.46	50	-0.95	49	42.90	47	71.40	44
6	41321927	237.08	0.93	12	1.70	53	44.40	51	45.86	43
7	15618415	227.97	-0.75	53	1.06	53	46.20	50	47.59	48
8	41319668	227.61	-0.31	6	2.82	53	22.50	48	84.41	41
9	11119908	226.48	0.31	50	1.89	19	30.40	44	66.06	44
10	15621515	225.48	-0.18	5	-2.24	51	33.70	49	75.69	43
11	15615311	224.65	-0.33	50	3.26	50	29.20	47	66.92	47
12	11121306	223.68	0.80	53	-0.54	54	18.50	51	90.48	49
13	11120910	223.07	0.30	54	-0.07	54	17.80	51	93.48	49
14	65319204	220.63	0.28	51	-2.82	51	32.80	48	70.66	46
	41119204									
15	11120917	220.32	1.32	51	3.50	47	28.70	45	50.04	45
16	14121281	220.17	1.88	47	1.10	54	42.50	51	26.42	43
17	14116045	218.35	1.57	54	3.28	56	51.60	53	2.06	50
18	62113083	217.66	-0.28	46	2.31	44	27.30	40	65.90	42
19	15621501	216.73	0.44	13	4.15	54	37.20	50	34.23	12

内蒙古

序号	牛号	CBI	体型外貌评分		初生重		6月龄体重		18月龄体重	
			EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)	EBV	r ² (%)
20	15621507	215.86	0.37	5	5.77	53	40.00	50	23.13	9
21	15619335	215.76	0.79	50	-3.71	52	30.10	46	69.73	45
22	62113085	215.16	0.56	53	0.67	53	33.70	50	49.72	49
23	15619337	215.14	0.03	49	-0.97	46	29.50	44	67.20	43
24	11120915	214.77	1.48	51	1.75	47	21.30	45	63.01	45
25	41219999	214.62	0.82	48	-1.01	46	38.17	41	43.89	42
26	15621505	214.26	0.04	9	1.93	55	37.30	52	41.63	14
27	15212310 *	214.15	-0.04	51	2.97	54	28.40	49	56.14	47
28	64221314 11121314	213.90	-0.63	49	-1.01	48	35.00	46	60.27	43
29	15212418 *	213.82	0.45	48	4.37	48	35.90	44	32.85	43
30	41120240	212.52	0.90	53	-3.24	57	39.40	54	45.81	52
31	15617969	210.64	-0.34	54	3.11	54	32.40	51	46.42	51
32	62113087	206.76	1.21	53	1.13	53	33.40	50	34.98	50
33	15412127	206.40	1.33	50	0.61	55	40.50	35	21.46	47
34	22217315	206.08	0.89	54	2.81	53	23.60	49	50.41	48
35	11120918	205.90	0.39	48	3.16	56	17.70	52	64.36	44
36	22121031	205.89	-0.57	51	2.07	58	35.80	52	39.86	49
37	15217732	205.36	0.95	51	1.63	66	36.40	65	28.00	48
38	11117957	204.63	1.01	47	0.07	52	20.00	46	63.81	45
39	65319272 41119272	203.63	0.83	55	0.64	57	35.40	54	32.25	53
40	15216226	203.02	0.75	50	2.67	48	25.40	45	45.16	44
41	11120916	202.93	1.00	52	1.35	48	21.70	46	54.68	46
42	15621513	202.53	-0.06	8	1.89	51	38.50	47	27.71	19

内蒙古

5 种公牛站代码信息

本评估结果中，“牛号”的前三位为其所在种公牛站代码。根据表 5-1 可查询到任一头种公牛所在种公牛站的联系方式。

表 5-1 种公牛站代码信息

种公牛代码	单位名称	联系人	手机号
111	北京首农畜牧发展有限公司奶牛中心	王振刚	13911216458
121	天津天食牛种业有限公司	汪湛	13820021829
131	河北品元生物科技有限公司	宋首宏	18233101525
132	秦皇岛农瑞秦牛畜牧有限公司	周云松	13463399189
133	亚达艾格威畜牧有限公司	郭金库	13021561286
141	山西省畜禽育种有限公司	杨琳	18735375417
152	通辽京缘种牛繁育有限责任公司	候景辉	15247505380
153	海拉尔农牧场管理局家畜繁育指导站	袁鹏	13634747308
154	内蒙古赤峰博源种牛繁育有限公司	王光磊	15504762388
155	内蒙古赛科星家畜种业与繁育生物技术研究有限公司	丁瑞	15391181121
156	内蒙古中农兴安种牛科技有限公司	张强	18844682268
211	辽宁省牧经种牛繁育中心有限公司	唐学成	13940498293
212	大连金弘基种畜有限公司	朱海	15940990195
221	长春新牧科技有限公司	曹涌	13756931947
222	吉林省德信生物工程有限公司	赵旭东	15500285005
223	延边东兴种牛科技有限公司	宋照江	15714336855
224	四平市兴牛牧业服务有限公司	李闯	13596807600
225	双辽市润佳农牧业有限公司	肖仟飞	15043423999
233	龙江和牛生物科技有限公司	赵宪强	13359731197
234	哈尔滨希曼畜牧生物育种有限公司	王凤波	15045806171