

全混合日粮混合质量评价指标试验方法的研究

王德福, 张全国

(河南农业大学机电学院, 郑州 450002)

摘 要: 该文利用双轴卧式全混合日粮混合机, 对全混合日粮混合质量评价指标的试验方法进行了研究。根据已有的资料, 全混合日粮混合质量评价的指标确定为混合均匀度和粒度。在全混合日粮混合均匀度评价指标的测定方法试验中得出, 高粱作为示踪物的示踪剂法更简单、合理、可行, 而盐分含量分析法稳定性及准确性更好。经对全混合日粮粒度测定方法的试验研究得出, 采用振动筛分法进行全混合日粮粒度的测量评价可行, 最适宜的评价方法为选用孔径为 $\Phi 19$ mm、 $\Phi 8$ mm、 $\Phi 5$ mm 和底盘组成的冲孔筛组, 用 SSZ-750 型振动筛分机筛分 100 g 样品 5 min, 然后分析各层筛面上物料比例即可进行粒度评价。

关键词: 全混合日粮; 混合质量; 指标; 评价方法

中图分类号: S816.34

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2007)5-0126-04

王德福, 张全国. 全混合日粮混合质量评价指标试验方法的研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 126-129.

Wang Defu, Zhang Quanguo. Experimental methods for evaluating indexes of processing quality of total mixed ration[J].

Transactions of the CSAE, 2007, 23(5): 126-128. (in Chinese with English abstract)

0 引言

随着中国国民经济的持续发展, 畜牧业也获得了快速发展。其中, 奶牛业的发展更令人瞩目, 但与国际平均水平相比差距仍然很大。除品种原因外, 落后的饲养方式也是其主要原因, 因此, 中国奶牛业的发展目前仍以数量增长为主。

在国外越来越多地应用全混合日粮饲养技术的情况下, 国内先进的畜牧场也抛弃了传统的精粗饲料分饲的落后饲养方式, 开始应用全混合日粮饲养。全混合日粮饲养具有避免奶牛挑食、确定的采食量、大大降低发病率、便于控制饲料成本等优点。

目前, 国内外对全混合日粮的加工主要是在奶牛场利用全混合日粮搅拌混合设备将其就地进行搅拌混合, 然后直接送到牛舍进行喂饲, 而应用的大型全混合日粮搅拌混合设备仍以国外进口为主。在对其混合质量的评价中, 根据国内外已有的资料^[1-3, 5-10, 12-14], 评价的指标主要是其混合均匀度和粒度。全混合日粮中各原料的湿度、容重、粒子大小等相差悬殊, 因而如何将其混合均匀对于奶牛采食营养平衡的日粮很重要; 而奶牛日粮中粗纤维饲料具有一定粒子长度对保证奶牛反刍和足够唾液的产生, 进而使奶牛瘤胃处于正常生理状态非常必要, 因此, 全混合日粮的粒度大小也显得很重要。

目前, 对混合均匀度指标国外主要采用钠离子分析法、铁离子分析法及营养分析法等方法进行评价; 粒度指标则主要采用振动筛分法进行评价, 其针对的粗纤维饲料主要是青贮玉米和干草^[5-9, 12-14]。

国内针对全混合日粮的组分构成所进行的研究很少, 本文利用自行研制的全混合日粮混合机^[1]用常用类型的原料对其进行了研究, 为中国研制全混合日粮搅拌混合设备提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验设备

试验设备主要由剪切转子、揉搓转子、壳体等几部分组成, 如图 1 所示。

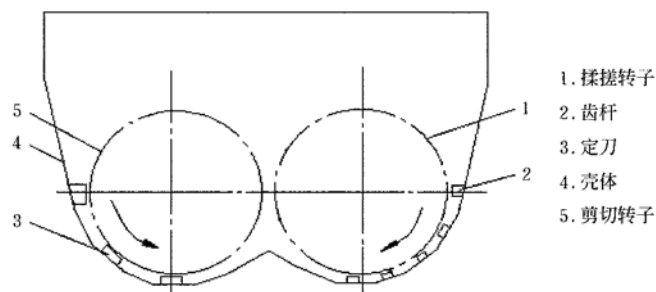


图 1 双轴卧式全混合日粮混合机示意图
Fig. 1 Diagram of the twin-shaft horizontal total mixed ration mixer

1.2 试验材料

日粮组成为青贮玉米(含水率 75.6%, 添加量 50%)、稻秆(含水率 12.7%, 添加量 20%)、玉米面(含

收稿日期: 2006-07-10 修订日期: 2006-10-05

作者简介: 王德福(1964-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 教授, 博士生导师, 博士后, 主要从事畜牧机械教学与研究工作。河南省郑州市文化路 95 号 河南农业大学机电学院, 450002。Email: dfwang640203@sohu.com

水率10.1%,添加量19%)、豆粕(含水率11.9%,添加量10%)、食盐(添加1%)。

1.3 混合质量评价指标的确定

根据已有的资料^[1,3-10],全混合日粮混合加工质量评价指标确定为混合均匀度和粒度,混合均匀度以变异系数表示,粒度指标以其分布比例描述。

1.4 试验参数

据所用混合机的批容量,本试验每批次的混合量确定为100 kg,经预备试验,确定试验装置的运动参数为:剪切转子转速为65 r/min,揉搓转子转速为50 r/min,混合时间为5 min。

2 结果与分析

2.1 混合均匀度的试验结果分析

由于全混合日粮的构成及特点,用传统粉状饲料混合加工中的方法^[3]测试全混合日粮混合均匀度往往不可行。为此,笔者应用小豆、高粱及小米分别作示踪物的示踪剂法,玉米面振动筛分法,干物质测定法以及盐分含量分析法,进行了全混合日粮混合均匀度的评价方法的试验。对每种评价方法进行了5次重复试验,每次试验在混合机中均布取出6个样品(取样位置在混合机中均匀分布并确定,最后取同样位置5个样品平均数),每个样品的质量为100 g进行分析。采用变异系数评价混合均匀度,其计算公式为

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

式中 C_v ——样品变异系数; s ——样品标准差;
 \bar{x} ——样品平均值。

根据已有资料^[15,9],全混合日粮混合均匀度的要求,变异系数小于10%时混合质量好,变异系数大于10%而小于20%时混合质量可接受,变异系数大于20%时混合质量较差而需改进。

2.1.1 小豆、高粱及小米作示踪物的示踪剂法

试验中,将小豆、高粱及小米各按每100 g试验物料11粒的比例同时加入装有试验日粮的混合机中,经5 min混合加工后停机取样,找出其中的示踪物。具体数据见表1所示。

表1 小豆、高粱及小米示踪物个数数据表

Table 1 Quantity of red bean, sorghum and millet tracer 粒

样品	1	2	3	4	5	6	平均	变异系数 C_v
小豆	7	9	14	6	8	10	9	0.31
高粱	7	13	9	15	12	11	11	0.26
小米	1	3	6	2	7	5	4	0.64

从表1可以看出,小米作示踪物产生的变异系数最

大。在试验中发现,由于小米粒度过小,在混合加工中很容易粘附于青贮玉米等湿物料上而难以分离,因此,在所取的样品中很难发现和找出小米粒子,从而导致上述结果。从表1也可以看出,小豆和高粱作示踪物较为理想,其所测定的变异系数基本反映了实际混合的结果。在试验中发现,由于小豆和高粱粒度较适宜,在混合加工中即使粘附于青贮玉米等湿物料上,在所取的样品中也较易被发现和找出。但由于小豆粒度稍大且形状较圆,作示踪物较易产生分级,因此,小豆作示踪物得出的变异系数稍高。

同时,为提高寻找示踪物的效率,在试验中采用了振动筛分的方法。即通过 $\Phi 19$ mm、 $\Phi 8$ mm、 $\Phi 5$ mm和底盘组成的圆形冲孔筛组,利用SSZ-750型筛分机进行振动筛分5 min,然后取出 $\Phi 5$ mm筛和底盘上的物料重点查找,其它各层筛上的物料检查一遍即可。

试验发现,用颗粒大小适宜的小豆和高粱作示踪物进行全混合日粮混合均匀度测定的方法可行。高粱粒度稍小且形状更合理,因此,更适于作示踪物。

2.1.2 玉米面振动筛分法

选用 $\Phi 19$ mm、 $\Phi 8$ mm、 $\Phi 5$ mm、 $\Phi 1.5$ mm和底盘组成的圆形冲孔筛组(筛外径为 $\Phi 200$ mm),按筛孔大小从上到下依次叠放在一起,取样品重为100 g,利用SSZ-750型筛分机进行振动筛分,筛分时间为5 min。以底盘上物料代表玉米面(在筛分预试验中证实了玉米面可通过 $\Phi 1.5$ mm筛),称取其质量,计算在样品中的百分含量。具体结果见表2。

表2 底盘中物料质量数据表

Table 2 Material mass ratio on the bottom pan

样品	1	2	3	4	5	6	平均值	变异系数 C_v
玉米面比例/%	3.4	4.8	4.5	6.1	5.5	7.3	5.3	0.26

从表2中可知,用玉米面振动筛分法所获得的全混合日粮的变异系数比较接近小豆和高粱作示踪物的示踪剂法,说明此种方法可以接受。但此法对于湿度过大的全混合日粮或其原料中细粉状物料较多时,此种方法的应用受到限制。

2.1.3 干物质测定法

由于组成全混合日粮的物料湿度差异巨大,从约10%变化到75%,因而,可以通过测量各选取样品的干物质含量,来确定各样品的差异,从而确定出全混合日粮的混合均匀度。其具体的试验结果见表3。

从表3中可以看出,干物质测量法所获得的全混合日粮的变异系数很低,这主要是由于全混合日粮的各种物料之间在混合加工过程中物料间的水分有转移及传递的过程,致使以干物质为基准进行的全混合日粮均匀

度的测量误差较大。

因此,干物质测量法虽然比较简单,但在现实应用中测量误差较大。

表 3 样品中干物质数据表

Table 3 Dry material mass ratio in the sample

样品	1	2	3	4	5	6	平均	变异系数 C_v
干物质比例/%	67	57	61	71	54	65	62.5	0.10

2.1.4 盐分含量分析法

由于组成全混合日粮的各种物料中,其盐分的含量都较低(如本试验中添加比例较大的青贮玉米和稻秆的盐分的含量都低于 0.25%),因此,在本试验中,添加 1% 的食盐作分析用,根据所取样品中盐分的含量,就可以确定样品中各物料是否按比例分布。这种方法已经实际应用^[1]验证可行,并且由其测得的全混合日粮混合均匀度准确,在本混合均匀度指标的测试方法试验中,也以盐分含量分析法作为判断标准。其具体的试验结果见表 4。

表 4 样品中盐分含量数据表

Table 4 Salt content ratio in the sample

样品	1	2	3	4	5	6	平均	变异系数 C_v
盐分含量/%	0.87	0.76	0.95	1.08	0.67	1.22	0.93	0.22

从表 4 中可以看出,盐分含量分析法所获得的全混合日粮的变异系数也较低,而且这种方法的试验结果比较接近于高粱作示踪物的示踪剂法及玉米面振动筛分法。

经试验分析,盐分含量分析法所测得的全混合日粮混合均匀度指标值稳定性及准确性更好,但此种方法需要在专业实验室进行,所需的分析时间长、成本高。

2.2 全混合日粮粒度的试验结果分析

由于全混合日粮的构成特点及加工要求,其粒度指标作为混合加工的一个重要指标必须进行评价。按国外的研究^[6-15]及本研究的预试验,全混合日粮粒度分布应为:筛孔为 19 mm 筛上物为 6%~10%(此为刺激反刍及唾液分泌的必要部分),筛孔为 8 mm(本试验中此部分还需加筛孔 5 mm 筛上物)筛上物为 34%~50%(此为奶牛瘤胃可适度消化部分),底盘上筛上物为 60%~40%(此为奶牛瘤胃可迅速消化部分)。

笔者曾尝试手工测量,由于工作量巨大,现实中不可行。根据国外有关资料,本研究采用振动筛分法进行全混合日粮粒度的测量评价。即选用孔径为 19 mm、8 mm、5 mm 和底盘共 4 种筛为一组,按筛孔大小从上至下叠放,振动筛分机型号为 SSZ-750 型。根据已有的

资料^[6-10],本试验制作了冲孔筛(圆孔)和编织筛(方孔)两大类筛网,筛框制作了方框(200 mm×200 mm)和圆框(Φ 200 mm)两种。因此,本试验对方框冲孔筛组、方框编织筛组、圆框冲孔筛组、圆框编织筛组分别进行了试验研究,以确定振动筛分法进行全混合日粮的粒度测量评价是否可行,若可行哪种筛组更适宜进行粒度测量。

在预试验中发现,在顶筛中的物料充满系数超过 0.95 时,由于筛子中物料过多导致物料间相互交织挤压,其在筛面上的运动受到巨大限制,落到下层筛的机率降低。振动结束后,90% 以上的物料仍留在顶筛中,筛分效果极不理想。因此,本试验将顶筛中的物料充满系数控制在 0.90 以下,选取的样品质量为 100 g。同时经预试验确定样品振动筛分的时间为 5 min。

在此基础上,分别进行方框冲孔筛组、方框编织筛组、圆框冲孔筛组、圆框编织筛组的试验,每种筛组进行 5 次重复试验,每次试验后称取筛组中各层筛上物的质量,然后取其平均值列于表中,具体数据见表 5。

表 5 各层筛上物的质量百分比

Table 5 Material mass ratio on the sieves %

	19 mm 孔径筛面	8 mm 孔径筛面	5 mm 孔径筛面	底盘
方框冲孔筛组	6	16	21	57
方框编织筛组	3	10	15	72
圆框冲孔筛组	8	13	26	53
圆框编织筛组	5	10	18	67

从表 5 可以看出,方框冲孔筛组和圆框冲孔筛组中各层筛的筛上物的物料分布较方框编织筛组和圆框编织筛组更为合理。这是因为编织筛的开孔率较高,有些直径或宽度较小的长秸秆易于直接落入底盘,从而使留在上层筛中的物料减少造成底盘中物料极多,而上三层中的物料主要是由于其直径较大而留在了相应的筛面上;而冲孔筛的开孔率相对较低,直径或宽度较小的长秸秆直接落入底盘的机率降低,从而使留在上层筛中的物料增多。

分析各层筛上物的长度发现,除了直径或宽度大于相应筛面筛孔的物料外,其他大部分(80% 以上)物料的长度都远大于其对应的上层筛的筛孔尺寸。因此,在参阅其他资料基础上,在筛组中加了一层 5 mm 孔径筛子,因为按有关资料,长度小于 5 mm 的物料可归结为粗饲料中的碎粉料部分(此部分物料在粗饲料加工中需进行控制,一般要求小于 5%)。在本试验中,可将 5 mm 孔径筛面上的物料计入 8 mm 孔径筛面的物料中。因此,从表 5 中可以看出,用冲孔筛组的振动筛分法测定全混合日粮的粒度可以接受。

总之,采用振动筛分法进行全混合日粮粒度的测量评价更适合于以青贮玉米及玉米秸秆(其直径或宽度较大)为主要粗饲料的全混合日粮。在试验的4种筛组中,(方框或圆框)冲孔筛组用于全混合日粮粒度的测量评价可行。

3 结 论

1) 本试验应用双轴卧式全混合日粮混合机对全混合日粮混合加工质量评价指标的测定方法进行了试验研究,所得出的混合均匀度和粒度测定方法可用于全混合日粮混合机的混合加工质量评价。

2) 经对全混合日粮混合均匀度测定方法的试验研究得出,高粱作为示踪物的示踪剂法、玉米面振动筛分法及盐分含量分析法皆可用于全混合日粮混合均匀度的测定,其中高粱作为示踪物的示踪剂法更简单、合理、可行,而盐分含量分析法稳定性及准确性更好。

3) 经对全混合日粮粒度测定方法的试验研究得出,采用振动筛分法进行全混合日粮粒度的测量评价可行。最适宜的评价方法为选用孔径为 $\Phi 19\text{ mm}$ 、 $\Phi 8\text{ mm}$ 、 $\Phi 5\text{ mm}$ 和底盘组成的冲孔筛组,用SSZ-750型振动筛分机筛分100 g样品5 min,然后将各层筛面上物料分成19 mm筛面物料、5 mm和8 mm筛面物料、底盘上物料三组,要求三组物料比例分别为6%~10%、34%~50%、60%~40%。

[参 考 文 献]

- [1] 王德福,蒋亦元. 双轴卧式全混合日粮混合机的试验研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4): 85–88.
- [2] 李娜,李建国,贾文斌. 奶牛的粗纤维营养[J]. 饲料工业, 2006, 27(1): 55–57.
- [3] 钟国清. 饲料混合均匀度的测定方法[J]. 中国饲料, 2001, (2): 27–28.
- [4] 任广跃,王红英. 翻转卸料双轴桨叶饲料混合机工作性能

试验研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 132–135.

- [5] 王德福. 粗纤维饲料粒度评价装置的试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 128–131.
- [6] Heinrichs J. Evaluating forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator[Z]. Penn State Cooperative Extension Service, 1996. DAS 96–20.
- [7] Grant R J, Colenbrander D R. Milk fat depression in dairy cows: Role of particle size of alfalfa hay[J]. J Dairy Sci, 1990, 73: 1823–1833.
- [8] Lammers B, Heinrichs J, Buckmaster D. Method helps in determination of forage, TMR particle size requirements for cattle[J]. Feedstuffs, 1996, 68(41): 14–20.
- [9] Rippel C M, Jordan E R, Stokes S R. Evaluation of particle size distribution and ration uniformity in total mixed rations fed in Northcentral Texas[J]. Prof Anim Sci, 1998, 14: 44–50.
- [10] Johnson B J, Pritchard R H, Bjornson S L, et al. An evaluation of three TRM feed-mixing wagons[EB/OL]. <http://ars.sdstate.edu/beefext/BeefReports/2000>.
- [11] Okine E K, Khorasani G R, Kennelly J J. Effects of cereal grain silages versus alfalfa silage on chewing activity and reticular motility in early lactation cows[J]. J Dairy Sci, 1994, 77: 1315–1325.
- [12] Woodford S T, Murphy M R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation[J]. J Dairy Sci, 1988, 71: 674–684.
- [13] Grant R J, Colenbrander V F, Mertens D R. Milk fat depression in dairy cows: Role of silage particle size[J]. J Dairy Sci, 1990b, 73: 1834–1842.
- [14] Possin I R, DeCorte D, Shaver R D, et al. Survey of particle length and metabolic disorders on commercial dairies[Z]. Dairy Science Department, Univ. Wisconsin-Madison, 1994.
- [15] Shearer J K. Lameness in dairy cattle: laminitis, claw disease, digital dermatitis, and foot rot[J]. J Dairy Sci, 1996, 79(Suppl.): 189–197.

Experimental methods for evaluating indexes of processing quality of total mixed ration

Wang Defu, Zhang Quanguo

(College Mechanical and Electrical Engineering, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: With the two-shaft horizontal total mixed ration mixer, the authors studied experimental methods for evaluating indexes of processing quality of total mixed ration. Based on acquired data, quality-evaluating indexes of total mixed ration were determined as uniformity and particle distribution. Experiment results show that sorghum is one simple, reasonable and practical tracer, meanwhile, salt content measure is stable and accurate. The experiment indicates that vibrating screen could be utilized in determination of particle distribution. The most suitable evaluation method is to use a set of punched sieves formed by sieve pores of $\Phi 19\text{ mm}$, $\Phi 8\text{ mm}$, $\Phi 5\text{ mm}$ and underpan to screen out 100 g sample by vibrating for five minutes, then to analyze material ratio over the sieve for particle evaluation.

Key words: total mixed ration; processing quality; indexes; evaluating method