

关联规则挖掘在奶牛营养研究中的应用

王娟勤, 李书琴

(西北农林科技大学 信息工程学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**揭示隐含在奶牛营养分析结果数据中影响奶牛瘤胃乙酸/丙酸的关联关系和因素,为奶牛营养研究和奶牛养殖提供参考。**【方法】**选用奶牛营养分析结果的 100 条数据,应用改进的关联挖掘算法 DMAPriori 算法,对奶牛营养分析结果中瘤胃乙酸/丙酸低于或高于正常值的情况进行了关联分析。**【结果】**饲喂一般牧草黑白花牛的瘤胃乙酸/丙酸低于正常值的可信度为 70%;当前体质量在 598~698 kg 的奶牛多为黑白花牛,可信度为 75%;日产奶量在 10~20 kg 的奶牛多为黑白花牛,可信度为 70%;乳脂率在 3%~4% 的奶牛大多为黑白花牛,可信度为 88%。**【结论】**通过对奶牛营养分析中的大量数据进行关联规则挖掘,提取蕴含在这些大量数据中有意义、有价值的信息,可以为奶牛营养研究和养殖的规划调整提供科学依据。

【关键词】 关联规则; DMAPriori 算法; 数据挖掘; 奶牛营养分析

【中图分类号】 TP391; S823.9⁺1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)09-0155-06

Application of association rules in nutrition analysis of dairy cow

WANG Juan-qin, LI Shu-qin

(College of Information Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** This study was done to discover the relationship and factors that affect the value of rumen acetic acid to propionic acid ratio about cow, which may provide valuable information and scientific ways for producer and technician in field of dairy cow nutrition. **【Method】** One hundred data sets of nutrition analysis result of dairy cow were chosen in this experiment, using the improvement algorithm named DMAPriori to analyze the result of nutrition diagnosis of dairy cow and work out what factor may make dairy cow lose balance in value of rumen acetic acid to propionic acid ratio. **【Result】** The results show that the type is China Holstein which is fed on normal grass, it gets lower value than others in rumen acetic acid to propionic acid ratio, the confidence is 70 percent. Cows whose current weights are between 598 and 698 kg are China Holstein, the confidence is 75 percent. China Holstein daily yield milk totally between 10 and 20 kg, the confidence 70 percent, China Holstein yields milk whose fat percentage is between 3 percent and 4 percent, the confidence 88 percent. **【Conclusion】** These results indicate that mining association rules between sets of items in the nutrition analysis of dairy cow database may discover the interesting and valuable information carried in large database, this may help technicians with research on nutrition of dairy cow, assist producer to make layout and modulate for production, and provide scientific basis for them.

Key words: association rule; DMAPriori; data mining; nutrition analysis of dairy cow

数据挖掘(Data mining)是指从大量、不完全、有噪声、模糊、随机的实际应用数据中,提取隐含在

* [收稿日期] 2010-02-28

[基金项目] 西北农林科技大学校内留学归国人员科研启动项目(011404)

[作者简介] 王娟勤(1973—),女,陕西岐山人,讲师,主要从事智能信息处理研究。E-mail: wangjq@nwsuaf.edu.cn

[通信作者] 李书琴(1965—),女,陕西蒲城人,教授,硕士,主要从事计算机应用技术研究。E-mail: lsq_cie@nwsuaf.edu.cn

其中人们事先不知道但又是潜在有用的信息和知识的过程。在实际应用中,它提取出的信息有助于人们把握和预测行业发展规律,从而更好地制定发展计划、决策及规避风险^[1]。关联规则 (Association rule)是数据挖掘研究的主要领域之一,是由 Agrawal 等^[2]于 1993 年首先提出的,既可用于挖掘寻找给定数据集中项之间的关联关系,也可用于直观地表达数据中项集间的联系。

奶牛营养分析是根据奶牛生理数据、奶样、血样、尿样等易于收集的样本数据,将现有的反刍动物营养学研究成果与计算机技术结合进行分析,从而对牛群(既可以是大规模的牛场,也可是中、小牛场)的整体营养代谢状况和存在的健康问题进行诊断,为及时采取预防措施提供依据^[3]。随着记录和分析次数的增加,会产生大量的奶牛生理、样本数据及营养诊断结果数据,而在出现同一诊断结果的牛群数据中,其中几项数据与该症状同时出现的几率较高,表明他们之间存在较紧密的联系,具有重要的应用研究价值,这说明可能是此类因素或几种因素综合

导致了奶牛出现这种营养症状,或者处于该生理状态、具有此类样本数据的奶牛容易出现该类营养症状。但这些信息却被隐藏在日积月累的大量分析数据中,利用数据挖掘中的关联规则分析,对奶牛营养分析中产生的大量数据进行挖掘,可以揭示数据间未知的依赖关系,提取出与该营养症状相关联的因素。本研究在对传统关联规则挖掘算法改进的基础上,对陕西杨凌控股牛场的奶牛营养分析数据进行了关联分析挖掘,以期探明关联规则挖掘在奶牛营养研究和奶牛养殖方面的意义和作用。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究所用 100 条数据来自陕西杨凌控股牛场(图 1),其中包括奶牛生理数据,如品种类型、成熟体质量(kg)、当前体质量(kg)、日产奶量(kg)、乳脂率、乳蛋白率、生理阶段等;奶牛饲养效果分析、生理营养指标分析诊断的结果数据,如干物质采食量、血糖、瘤胃液 pH 值及瘤胃乙酸/丙酸分析结果等。

奶牛个体信息数据																	
行动编号	奶牛编号	品种类型	成熟体质量	当前体质量	日产奶量	乳脂率	乳蛋白率	生理阶段1	生理阶段2	受孕年龄	当前年龄	实际日增质量	产后发情时间	牧草类型	日食精料量	日食粗料量	日食总料量
30108000	456	黑白花牛	560.00	600.00	15.0	2.80	2.70	泌乳初期	配种前	12	22	0.00	40	优质牧草	20.00	0	20.00
30108001	23	黑白花牛	438.00	450.00	34.0	5.40	5.00	泌乳盛期	第一妊娠期	33	34	1.00	45	一般牧草	23.00	0	23.00
30108002	12	圈、棚牛	485.00	500.00	32.0	5.50	5.20	泌乳盛期	第一妊娠期	23	25	2.00	30	一般牧草	24.00	0	24.00
30108003	43	黑白花牛	585.00	600.00	15.0	3.50	3.20	泌乳初期	配种前	13	23	0.00	60	优质牧草	19.00	0	19.00
30108004	123	黑白花牛	362.00	400.00	31.0	5.10	4.80	泌乳盛期	第一妊娠期	23	24	1.00	70	优质牧草	24.00	0	24.00
30108005	34	圈、棚牛	366.00	398.00	12.0	3.00	2.90	泌乳后期	第二妊娠期	24	26	5.00	61	优质牧草	22.00	0	22.00
30121000	32	圈、棚牛	680.00	690.00	30.0	3.20	3.10	泌乳盛期	配种前	24	34	0.00	65	一般牧草	25.00	0	25.00
30703000	345	圈、棚牛	494.00	500.00	22.0	5.30	5.20	泌乳盛期	第一妊娠期	24	26	1.00	78	一般牧草	24.00	0	24.00
31203000	22	黑白花牛	571.00	580.00	16.0	3.50	3.40	泌乳初期	配种前	13	23	0.00	79	优质牧草	17.00	0	17.00
80218000	14	黑白花牛	734.00	740.00	26.0	5.40	5.10	泌乳盛期	第一妊娠期	25	26	2.00	80	一般牧草	27.00	0	27.00
80403000	3	圈、棚牛	721.00	733.00	12.0	3.60	3.30	泌乳初期	配种前	32	42	1.00	30	一般牧草	23.00	0	23.00
80701000	25	圈、棚牛	380.00	400.00	20.0	4.20	4.00	泌乳盛期	第一妊娠期	23	24	1.00	85	一般牧草	28.00	0	28.00
80701001	46	圈、棚牛	550.00	570.00	31.0	4.50	4.20	泌乳盛期	第一妊娠期	23	24	2.00	90	一般牧草	26.00	0	26.00
80710000	34	黑白花牛	600.00	543.00	13.0	3.60	4.40	泌乳初期	第一妊娠期	22	23	1.00	80	优质牧草	20.00	0	20.00
80711000	10	黑白花牛	456.00	567.00	12.0	1.30	4.70	泌乳初期	第一妊娠期	22	23	5.00	73	一般牧草	27.00	0	27.00
80712000	124	黑白花牛	560.00	456.00	23.0	4.30	4.00	泌乳后期	第二妊娠期	22	24	2.00	78	一般牧草	23.00	0	23.00
80712001	1232	黑白花牛	400.00	456.00	23.0	1.30	3.00	泌乳后期	第二妊娠期	22	24	2.00	45	一般牧草	21.00	0	21.00
80713000	112	圈、棚牛	443.00	456.00	17.0	5.50	2.10	泌乳初期	配种前	36	46	0.20	90	一般牧草	14.00	0	14.00
80713001	132	黑白花牛	567.00	570.00	14.0	1.20	1.40	泌乳初期	配种前	36	46	1.00	50	一般牧草	14.00	0	14.00
80713002	34	黑白花牛	678.00	688.00	26.0	1.30	1.20	泌乳盛期	第一妊娠期	48	49	3.00	77	优质牧草	15.00	0	15.00
80713003	112	圈、棚牛	567.00	654.00	30.0	1.20	1.30	泌乳盛期	第一妊娠期	36	38	4.00	83	一般牧草	15.00	0	15.00
80713004	221	黑白花牛	567.00	600.00	23.0	2.30	2.10	泌乳盛期	配种前	24	34	0.00	69	优质牧草	20.00	0	20.00

图 1 陕西杨凌控股牛场奶牛信息资料
Fig. 1 Data of cow information

1.2 数据处理

1.2.1 数据预处理 如果仅分析瘤胃乙酸/丙酸正常、高于或低于正常值的关联关系,可删去奶牛个体数据信息库中的一些数据,如奶牛编号、粪便 pH 值、尿 pH 值、奶中尿素氮、血清尿素氮、尿酸、血糖

等噪音数据,结果如表 1 所示。

1.2.2 数据离散化处理^[4] 表 1 中的数据包括分类属性数据和连续属性数据,其中分类属性数据有品种类型、生理阶段 1、生理阶段 2、牧草类型、瘤胃乙酸/丙酸,连续属性数据有当前体质量(kg)、日产

奶量(kg)、乳脂率、乳蛋白率。在挖掘数据的关联规则之前,首先将分类属性和连续属性的数据转换成“项”,即对每个数据进行识别编号,如对某列分类属性的一个数据,如果其同列前面有相同的数据,则取该数据的编号,如与其同列前面的数据都不同,则取同列中与其最邻近数据的编号加 1 为其编号;对连续属性数据的变换可以使用基于离散化的方法,由

用户填入对连续属性数据进行分类的跨度,系统将每个连续数据按分类的跨度转换成一个整数,对他们进行编号的方法同分类属性数据。

按照以上对分类属性数据和连续属性数据的处理方法将数据编号为 i ,即将每个数据转换成一个数据项 I_i ,并存入数据库中。

表 1 奶牛个体信息数据的预处理

Table 1 Data of the cow

品种类型 Breed	当前体 质量/kg Current weight	日产 奶量/kg Daily milk yield	乳脂率/% Milk fat percentage	乳蛋白率/% Protein percentage	生理阶段 1 Physiological stage 1	生理阶段 2 Physiological stage 2	牧草类型 Pasture type	瘤胃乙酸/丙酸 Rumen acetic acid to propionic acid ratio
黑白花牛 China Holstein	600	15	2.8	2.7	泌乳初期 First period	第二妊娠期 Second stage	优质 High-quality	高于正常值 Higher than normal value
黑白花牛 China Holstein	450	34	5.4	5.0	泌乳盛期 Acme stage	第一妊娠期 First stage	优质 High-quality	低于正常值 Lower than normal value
娟珊牛 Jersey	500	32	5.5	5.2	泌乳盛期 Acme stage	第一妊娠期 First stage	优质 High-quality	高于正常值 Higher than normal value
黑白花牛 China Holstein	600	15	3.5	3.2	泌乳初期 First period	第二妊娠期 Second stage	优质 High-quality	低于正常值 Lower than normal value
黑白花牛 China Holstein	400	31	5.1	4.8	泌乳盛期 Acme stage	第一妊娠期 First stage	优质 High-quality	高于正常值 Higher than normal value
黑白花牛 China Holstein	680	0	0	0	干奶期 Dry	第三妊娠期 Third stage	一般 Commonly	低于正常值 Lower than normal value
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
黑白花牛 China Holstein	550	0	0	0	干奶期 Dry	第二妊娠期 Second stage	一般 Commonly	低于正常值 Lower than normal value

1.3 关联分析

1.3.1 支持度与可信度 表达某一特定关联出现的频率在关联规则中称为支持度;当情况一出现时,发生情况二的概率在关联规则中称为可信度^[9]。例如在 100 万个移动通信用户中,有 25 万用户使用手机银行业务,2 万用户同时使用手机银行和移动秘书业务,则同时使用两种业务的支持度为 $2/100=2\%$;使用手机银行业务的用户,会选择移动秘书业务的可信度为 $2/25=8\%$ 。支持度和可信度分别反映发现关联规则的有用性和确定性。

(1)支持度。对于形如“ $A \Rightarrow B$ ”的关联规则,支持度定义为:

$$\text{support}(A \Rightarrow B) = \frac{\text{包含 A 和 B 的元组数}}{\text{元组总数}} \quad (1)$$

(2)可信度。对于形如“ $A \Rightarrow B$ ”的关联规则有效性或“值得信赖性”的确定性度量,可信度定义为:

$$\text{confidence}(A \Rightarrow B) = \frac{\text{包含 A 和 B 的元组数}}{\text{包含 A 的元组数}} \quad (2)$$

同时满足最小支持度阈值(min_sup)和最小可信度阈值(min_conf)的规则称作强规则^[1]。这个阈

值可由用户或领域专家设定。

1.3.2 改进的关联挖掘算法 关联规则的挖掘分 2 步进行:(1)找出所有频繁项集。根据定义,频繁项集为满足最小支持度阈值项所组成的集合。(2)由频繁项集产生强关联规则。根据定义,这些规则必须满足最小支持度和最小可信度^[1]。

为了提高算法的效率,本研究提出改进的关联规则挖掘算法,即 DMApriori 算法,假设最小支持度 min_sup=2,利用改进的 DMApriori 算法,对表 1 所示数据库中经过预处理的数据寻找频繁项集 L 的过程如下:

(1)将数据库中的数据转换成布尔矩阵。对每一个项按一序列排列,数据集(记录)也按一序列进行排列。项分别表示成行向量,记录表示成列向量,若第 i 个项在第 j 个记录中,则矩阵的第 i 行第 j 列的值为 1,否则为 0,称这个矩阵为数据库的布尔矩阵^[6]。示例数据库 D 转换成的布尔矩阵 **DM** 如图 2 所示。

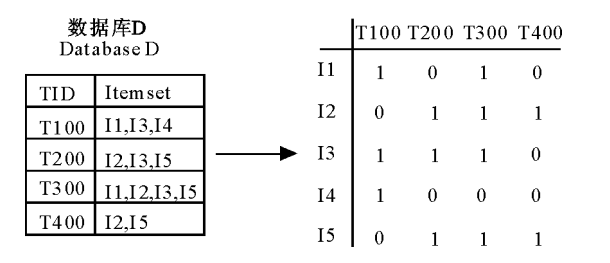


图 2 布尔矩阵表示的示例

Fig. 2 Example of generated Boolean Matrix

(2)寻找频繁项集。算法分 2 步完成：

第 1 步，生成频繁 1-项集。布尔矩阵行向量之和即为项出现的次数，则 1-项集的支持数可求出。

第 2 步，生成频繁 k -项集。根据频繁项集的性质：设 X 是数据集 F 中的频繁 k 项集，则 X 的所有 $k-1$ 项子集也一定是频繁 $k-1$ 项集。

可以得出以下推论：

如果 X 是数据集 F 的频繁 k -项集，则其每个元素(项)在频繁 $k-1$ 项集集合 L_{k-1} 的所有 $k-1$ 集中出现次数一定不小于 $k-1$ 次^[7-8]。

因此本研究采用改进的 DMApriori 算法在扫描

计算 k -项集的支持数前，删除布尔矩阵中非频繁项所在行向量及在 L_{k-1} 项集中出现次数小于 $k-1$ 的项所在的行向量，这样在计算 k -项集时就能明显减少扫描的行向量。此外，不是所有的事务对产生频繁项集都有用，在扫描计算 k -项集的支持数前将所含项数等于 $k-1$ 的事务所在的列删除以缩小布尔矩阵，从而减少比较列的数目，其具体过程如图 3 所示。

首先扫描数据库生成布尔矩阵 DM ，并对每个项出现的次数进行计数，生成频繁 1-项集，对布尔矩阵进行裁剪，删去非频繁项如 $I4$ 所在的行向量；然后对布尔矩阵每 2 行 $DM[i]$ 、 $DM[j]$ ($i < j$) 进行组合，同一列的两项如果同时为 1，该列的运算结果便为 1，统计结果数据中 1 的个数即为项集 $\{I_i, I_j\}$ 的支持数，求出 L_2 ；第三对布尔矩阵进行裁剪，统计 L_2 中各项出现的次数，如 $I1$ 为 1， $I2$ 为 2， $I3$ 为 3， $I5$ 为 2，删去 $I1$ 所在的行向量，并且删去只含有 2 个项事务的列向量；最后对经过裁剪的布尔矩阵每 3 行进行组合(本例只有 3 行)，如同列的 3 项同时为 1，该列的运算结果便为 1，统计结果数据中 1 的个数，生成 L_3 ，算法过程结束(图 3)。

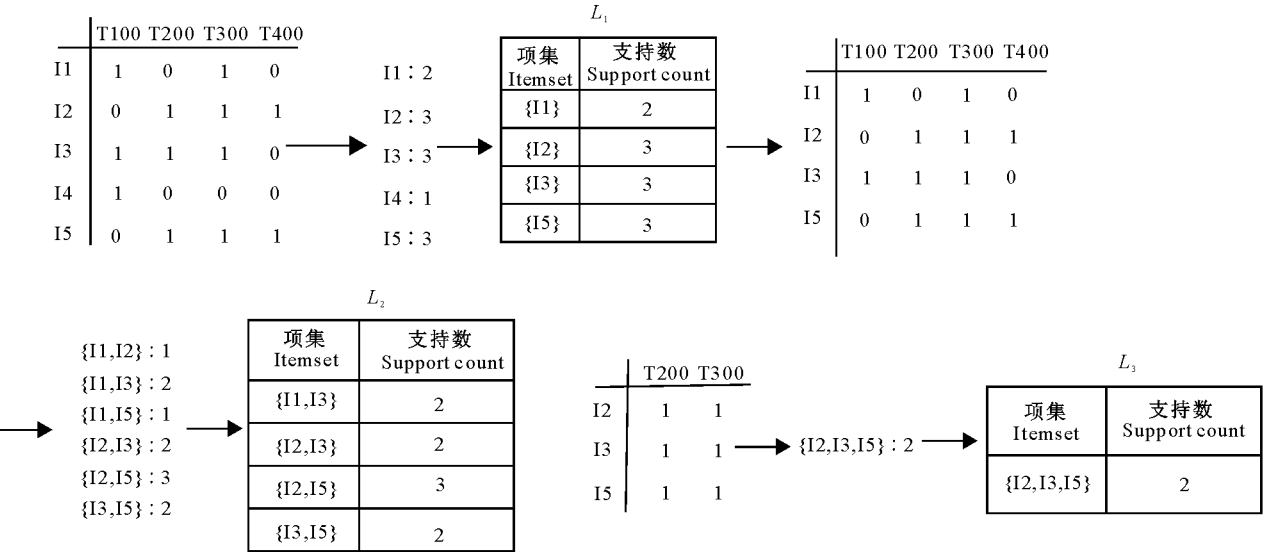


图 3 DMApriori 算法执行的示意图

Fig. 3 Graphical representation of DMApriori algorithm

(3)产生强关联规则。

由频繁 k -项集的非空子集产生规则，若满足最小可信度，则称此规则为关联规则。例如对频繁 k -项集的子集 A 、 B ，其可信度由公式(2)求出，若可信度大于最小可信度阈值，则 $A \Rightarrow B$ 为关联规则。

2 结果与分析

使用 DMApriori 算法对经预处理的奶牛营养

分析结果数据进行关联分析，输入支持度和置信度参数，设支持度参数为 0.2，置信度参数为 0.7，该组参数可以灵活变动，但取值过大，会丢掉有意义的关联规则；取值太小则会有一些无意义的关联规则包含进来，设定一组参数，可得出该组数据中的关联规则。

由频繁 3-项集产生的强关联规则：

{品种类型：黑白花牛} $\wedge$ {牧草类型：一般牧草}

$\Rightarrow \{\text{瘤胃乙酸/丙酸低于正常值}\}, \text{confidence} = 70\%$ 。

$\{\text{品种类型:黑白花牛}\} \wedge \{\text{瘤胃乙酸/丙酸低于正常值}\} \Rightarrow \{\text{牧草类型:一般牧草}\}, \text{confidence} = 70\%$ 。

说明该牛场饲喂一般牧草的黑白花牛瘤胃乙酸/丙酸低于正常值的可信度为70%;或瘤胃乙酸/丙酸低于正常值的黑白花牛,饲喂牧草类型为一般牧草,其可信度也为70%。该分析结果提示,饲喂一般牧草的黑白花牛,其瘤胃乙酸/丙酸低于正常值的可能性较大,表明该群奶牛可能由于牧草质量较差而挑食,导致精料采食过多,故应注意调整饲料配方或改饲喂优质牧草。

频繁2-项集产生的强关联规则:

$\{\text{当前体质量:598} \sim 698 \text{ kg}\} \Rightarrow \{\text{品种类型:黑白花牛}\}, \text{confidence} = 75\%$ 。说明当前体质量在598~698 kg的奶牛多为黑白花牛,可信度为75%。

$\{\text{日产奶量:10} \sim 20 \text{ kg}\} \Rightarrow \{\text{品种类型:黑白花牛}\}, \text{confidence} = 70\%$ 。说明日产奶量在10~20 kg的奶牛多为黑白花牛,可信度为70%。

$\{\text{乳脂率:3\%} \sim 4\%\} \Rightarrow \{\text{品种类型:黑白花牛}\}, \text{confidence} = 88\%$ 。说明乳脂率在3%~4%的奶牛多为黑白花牛,可信度为88%。

$\{\text{牧草类型:一般牧草}\} \Rightarrow \{\text{瘤胃乙酸/丙酸低于正常值}\}, \text{confidence} = 76\%$ 。说明饲喂为一般牧草的奶牛瘤胃乙酸/丙酸低于正常值,可信度为76%。

$\{\text{瘤胃乙酸/丙酸低于正常值}\} \Rightarrow \{\text{牧草类型:一般牧草}\}, \text{confidence} = 72\%$ 。说明瘤胃乙酸/丙酸的情况低于正常值的奶牛,食用的牧草类型为一般牧草,可信度为72%。

对相同经过预处理的数据,除了以上处理方法外,可以通过提高或降低支持度、置信度参数进行分析,可得到另一组关联规则;或可改变源数据,以分析奶牛其他营养症状的关联关系。

3 讨论

健康是维持动物生长、高效生产的前提条件。瘤胃是反刍动物最重要的消化器官,反刍动物健康的本质是瘤胃的健康。反刍动物大部分代谢性疾病是由瘤胃不健康发酵引起的。因此,饲养反刍动物需优先保证瘤胃健康及微生物的正常生长繁殖^[9]。瘤胃微生物的生长与瘤胃内环境密切相关,其中瘤胃pH值和瘤胃乙酸/丙酸对瘤胃健康以及动物机体健康的影响最大。奶牛瘤胃乙酸/丙酸的变化与日粮精粗比密切相关,当日粮以粗饲料为主时,乙酸

生成量增加;日粮以精料为主时,丙酸生成量增加,因此粗饲料被称为乙酸发酵型饲料,精料被称为丙酸发酵型饲料。在适宜精粗比情况下,乙酸和丙酸处于相对平衡状态,且二者含量之比为2.2:1,该比值上升提示日粮中粗料可能过多,反之则是精料过量或饲喂次数低于2次。本试验通过关联分析发现,饲喂一般牧草的黑白花奶牛瘤胃乙酸/丙酸低于正常值,可能性(可信度)为70%,这与实际生产情况相符,说明此关联分析方法,可以很好地应用于奶牛生产、营养检测、疾病预防等方面。

在奶牛营养分析数据中,除了一些已知因素,如精粗比及瘤胃非降解蛋白质含量可以导致奶牛瘤胃乙酸/丙酸发生变化外^[10-12],通过关联分析,还可以找出影响瘤胃乙酸/丙酸的其他间接因素及其关联的紧密程度,这些关联信息可供奶牛饲养、营养研究及实际生产参考。基于支持度-可信度框架的关联规则挖掘在许多行业应用广泛,然而得到的这些关联规则暗示的是普遍规律,还是一种表象,则还需在生产实践中进行验证后,方可进行推广应用。本试验的奶牛头数和采集指标有限,暂时只是体现出一些简单的关联,关于奶牛健康状况与饲料、管理、环境以及品种之间更深层次的内在联系,则需要采集更多牛场的数据指标进行关联分析,以完善本研究所提出的关联分析方法。

[参考文献]

- [1] 韩家炜. 数据挖掘:概念与技术 [M]. 北京:机械工业出版社, 2001:132-161.
Han J W. Data mining: concepts and techniques [M]. Beijing: China Machine Press, 2001:132-161. (in Chinese)
- [2] Agrawal R, Imielinski T, Swami A. Mining association rules between sets of items in large databases [C]//Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference Management of Data. Washington DC: ACM Press, 1993:207-216.
- [3] 李大刚, 王加启. 不同生产阶段奶牛群体营养代谢状况的评价 [J]. 饲料工业, 2007, 28(7): 42-44.
Li D G, Wang J Q. Valuation of nutrition metabolize situation for unlike producing the stage milk cow group [J]. Feed Industry, 2007, 28(7): 42-44. (in Chinese)
- [4] 范明, 范宏建. 数据挖掘导论 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2008.
Fan M, Fan H J. Introduction to data mining [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2008. (in Chinese)
- [5] 余友波. 数据挖掘技术与应用 [EB/OL]. [2008-06-20]. <http://www.dwway.com>.
Yu Y B. Technology and application of data mining [EB/OL]. [2008-06-20]. <http://www.dwway.com>. (in Chinese)

[6] 马盈仓. 挖掘关联规则中 Apriori 算法的改进 [J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(11): 82-83.
Ma Y C. Updating on the algorithm Apriori of mining association rules [J]. Computer Applications and Software, 2004, 21(11): 82-83. (in Chinese)

[7] 周文秀. 关联规则挖掘算法的研究与改进 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
Zhou W X. Research and improvement on the algorithms of mining association rules [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2008. (in Chinese)

[8] 李静燕. 关联规则挖掘算法研究 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2008.
Li J Y. Research on association rule mining algorithm [D]. Xi'an: Xidian University, 2008. (in Chinese)

[9] 姚军虎. 设计奶畜日粮的饲料营养学要点 [J]. 饲料工程, 2001, 22(4): 2-4.
Yao J H. The point of feedstuff dietetics to design ration for dairy cattle [J]. Feed Industry, 2001, 22(4): 2-4. (in Chinese)

[10] 吐日根白乙拉, 板桥久雄. 瘤胃非降解蛋白质对高产奶牛瘤胃发酵、血液代谢产物、产乳量和乳成分的影响 [J]. 动物营养学报, 2005, 17(1): 54-60.
Turigen B, Hisao I. Effect of rumen-undegraded protein on rumen fermentation, blood metabolites, milk yield and composition in high producing cows [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2005, 17(1): 54-60. (in Chinese)

[11] 熊海本, 卢德勋, 张子仪. 瘤胃乙酸与丙酸摩尔比例的改变对瘤胃发酵及血液指标的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2002, 33(6): 537-543.
Xiong H B, Lu D X, Zhang Z Y. Effect of changing the molar ratio of acetate to propionate in rumen fluid on rumen fermentation and some blood indexes [J]. Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica, 2002, 33(6): 537-543. (in Chinese)

[12] 贾玉东, 王振勇, 柴同杰, 等. 日粮粗精比对奶牛瘤胃液和血清乙酸、丙酸、丁酸的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(7): 27-32.
Jia Y D, Wang Z Y, Chai T J, et al. Effects of forage to concentrate ration on rumen fluids and acetate, propionate and butyrate in serum of lactating dairy cows [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2008, 36(7): 27-32. (in Chinese)

《植物遗传资源学报》征订启事

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的学术期刊, 为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、全国优秀农业期刊。该刊是中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库来源期刊(核心期刊)、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊, 又被《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库、中文科技期刊数据库收录。据中国期刊引证研究报告统计, 2009 年度《植物遗传资源学报》影响因子达 1.015, 5 年影响因子为 1.317。

本刊报道内容为大田、园艺作物, 观赏、药用植物, 林用植物、草类植物及其一切与经济植物有关的植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。诸如种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新及其信息学、管理学等; 起源、演化、分类等系统学; 基因发掘、鉴定、克隆、基因文库建立、遗传多样性研究。

双月刊, 大 16 开本, 128 页。定价 20 元, 全年 120 元。各地邮局发行, 邮发代号: 82-643。国内刊号 CN11-4996/S, 国际统一刊号 ISSN1672-1810。

本刊编辑部常年办理订阅手续, 如需邮挂每期另加 3 元。

地 址: 北京市中关村南大街 12 号 中国农业科学院《植物遗传资源学报》编辑部
邮 编: 100081 电 话: 010-82105794, 010-82105796(兼传真)
网 址: www.zwyczy.cn
E-mail: zwyczyxb2003@163.com, zwyczyxb2003@sina.com

稻麦联合收割开沟填草一体机的改进与设计

杨宏图¹, 丁为民¹, 陈玉仑¹, 丁启朔¹, 汪小昆¹, 蒯杰², 王建军²

(1 南京农业大学 工学院, 江苏省高等学校智能化农业装备重点实验室, 江苏 南京 210031;

2 江苏宇成动力集团有限公司, 江苏 泰州 225300)

【摘要】【目的】改进并设计稻麦联合收割开沟填草一体机, 旨在实现一次作业完成作物收获、排草导草和开沟填草等工序。**【方法】**在现有联合收割机的基础上, 通过合理的结构设计和动力选择, 分别对排草口挡草板、分土导流装置和清沟铲进行改进, 设计了一种集稻麦收获、开沟、填草等功能于一体的复式作业机械, 并对其性能进行了田间试验。**【结果】**田间试验结果表明, 复式作业机械的开沟作业质量稳定, 梯形沟上、下口宽的平均值分别为 245 和 150 mm, 平均深度为 145 mm, 秸秆入沟率达 82% 以上。**【结论】**改进设计的稻麦联合收割开沟填草一体机收获和开沟性能稳定可靠, 能基本满足农艺的要求。

【关键词】 稻麦联合收割开沟填草一体机; 农业机械; 结构设计; 性能改进

【中图分类号】 S225.3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)09-0161-06

Improved design of rice and wheat combined harvester with ditching and grass-filling

YANG Hong-tu¹, DING Wei-min¹, CHEN Yu-lun¹, DING Qi-shuo¹,
WANG Xiao-chan¹, KUAI Jie², WANG Jian-jun²

(1 College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Intelligent Agriculture Equipment Key Laboratory, Colleges and Universities in Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210031, China; 2 Jiangsu Yucheng Power Company, Taizhou, Jiangsu 225300, China)

Abstract: **【Objective】** Improvement and design of rice-wheat combined harvester with ditching and grass-filling was aimed for completing crop harvest, discharge and divert grass, and ditch grass filling. **【Method】** On the existing basis of harvesters, by rational structural design and power selection, block row of grass panels, sub-soil and diversion devices, and ditching shovel were improved, and duplex operation machinery was designed for rice and wheat harvest combined with ditch-burying grass. **【Result】** Field tests showed that the operation is reliable, transmission reasonable, and ditch quality stable. Trapezoidal ditch's width from top to bottom is about 245 mm and 150 mm, the average depth 145 mm, straw rate in the ditch over 82%. **【Conclusion】** The ditch performance of the integrated harvester is reliable, basically meeting the agronomic requirements.

Key words: rice-wheat combined harvester with ditching and grass-filling; agricultural machinery; structure design; performance improvement

稻麦联合收割开沟填草多功能一体机的设计, 是基于在我国稻麦两熟地区墒沟填草处理田间秸秆法的耕作栽培技术而构思的^[1], 即在稻麦联合收获

后, 用开沟机在田间开出墒沟, 再人工将联合收获机排出的秸秆填入墒沟内, 实现秸秆还田并利于田间排水^[2-4]。同时, 填入墒沟的秸秆在腐解过程中, 不

* [收稿日期] 2010-02-11

[基金项目] 国家自然科学基金项目(50875131); 江苏省科技支撑计划项目(BE2008315, BE2009395)

[作者简介] 杨宏图(1982—), 男, 河南商丘人, 硕士, 主要从事农机现代设计方法研究。E-mail: yht7788@126.com

[通信作者] 丁为民(1957—), 男, 安徽合肥人, 教授, 博士, 主要从事农业机械理论与设计研究。E-mail: wmding@jlonline.com