

doi:10.3969/j.issn.1672-5565.2014.04.09

# 北方粳稻品种识别数据库系统的设计

李溪盛,马 莺\*

(哈尔滨工业大学食品科学与工程学院,哈尔滨 150090)

**摘要:**为借助 Internet 技术进行数据的共享以及开发一套基于 DNA 指纹信息来识别粳稻品种的计算机功能平台,设计一套北方粳稻品种识别数据库系统。根据该数据库的设计所包含的信息含量,确定本数据库包含的四个表,并根据功能需求分析,设计了用户管理,北方粳稻 DNA 指纹数据管理,粳稻 DNA 指纹查询与粳稻品种识别分析四个功能模块,同时设计了该系统的界面设计图,为北方粳稻品种识别数据库系统的构建奠定基础。

**关键词:**粳稻;品种;识别;数据库

**中图分类号:** S511.2+2   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1672-5565(2014)-04-287-05

## Design of database system in identification of rice species

LI Xisheng, MA Ying\*

(School of Food Science and Engineering Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** In order to share data by internet technology and develop functional platform based on DNA fingerprint information to identify rice species, a database system of northern japonica rice variety identification was designed. According to the information in the database, four tables were determined; according to the analysis of functional requirements, four functional modules were designed including user management, northern japonica DNA fingerprint data management, northern japonica DNA fingerprint data query and identification of japonica rice varieties. The system's user interface was designed to the next step to achieve the database system.

**Keywords:** Japonica rice; Species; Identification; Database

粳稻作为最重要的粮食作物,其营养品质、加工品质和利用价值与其品种有关很大关系<sup>[1]</sup>。目前,我国粳稻市场掺假现象尤为严重。传统的物理方法或者化学方法很难识别特定粳稻品种是否掺混了其他品种。DNA 指纹技术不依赖样品的物理化学性质,广泛用于品种的鉴定识别<sup>[2]</sup>。但 DNA 指纹数据量庞大,人工统计比较并不现实,将 DNA 指纹数据对计算机技术相结合开发一套数据库平台,其应用功能将大为扩展。目前针对中药的指纹图谱数据库系统的构建报道最为广泛<sup>[3-4]</sup>。

对于重要的粮食作物,构建 DNA 指纹图谱数据库也对于种质市场的管理以及品种种权保护都有重大意义<sup>[5-7]</sup>。北京市农林科学院玉米研究中心历时

3年的开发研究,初步构建了我国玉米的 DNA 指纹数据库管理系统<sup>[7-9]</sup>。将品种的基本信息,图片、DNA 指纹数据等都集成在该系统内,为国家玉米品种产业的管理提供了有效的方法。

目前,国内最大的水稻资源信息数据库为中国水稻研究所创建的国家水稻数据中心(<http://www.ricedata.cn/variety/index.html>),其中也包括多数水稻品种的分子标记信息。所记录的水稻分子标记类型包括 AFLP, SSR, RFLP 等。但对北方粳稻的品种分子标记记录较少,而且数据库中仅包含 SSR 标记的“0 1”数据与电泳图片,仅限于查阅功能,不具备品种识别的平台。

为方便对北方优质粳稻品种的 DNA 指纹图谱

收稿日期:2014-10-28;修回日期:2014-11-06。

基金项目:“十二五”农村领域国家科技支撑计划课题(2012BAD34B0205)。

作者简介:李溪盛,男,在读硕士,研究方向:食品生物技术;E-mail:lixisheng\_2008@126.com。

\* 通信作者:马莺,女,教授,博导,研究方向:食品生物技术;E-mail:maying@hit.edu.cn。

数据进行有效的管理与维护以及对未知样品进行品种检测。开发一套基于 DNA 指纹信息来识别粳稻品种的计算机功能平台,根据前期获得的北方粳稻的 AFLP DNA 指纹图谱数据,基于功能需求分析,设计一套北方粳稻品种识别数据库系统。

## 1 数据库信息的整理

根据该数据库的设计所包含的信息含量,本数据库含四个表。包括北方粳稻品种表,北方粳稻基本信息表,基于 AFLP 北方粳稻 DNA 指纹“0 1”数据表,基于 AFLP 北方粳稻 DNA 指纹电泳图表。其中北方粳稻 DNA 指纹“0 1”数据表包括 70 个样品在选择性引物扩增下的“0 1”数据矩阵。北方粳稻 DNA 指纹电泳图表,包括基于测序仪的凝胶电泳原始图谱,但由于原始图谱中弱的扩增条带不利用观察,基于 DNA 指纹“0 1”数据绘制的电泳模式图。其中:

北方粳稻品种表包含:粳稻编号,粳稻名称;

北方粳稻基本信息表包含:粳稻编号,粳稻名称,选育单位,品种来源,适应区域(基本信息来源于国家水稻数据中心与黑龙江省农业科学研究院);

基于 AFLP、北方粳稻 DNA 指纹“0 1”数据表包含:粳稻编号,粳稻名称,DNA 指纹信息“0 1”数据;

基于 AFLP、北方粳稻 DNA 指纹电泳图包含:粳稻编号,粳稻名称,DNA 指纹电泳图,DNA 指纹电泳模式图。

## 2 北方粳稻品种识别数据库系统的设计

为了实现基于 Internet 技术北方粳稻的 DNA 指纹图谱数据库的共享,并且建立基于 DNA 指纹技术的北方粳稻品种识别平台,对北方粳稻的品种识别数据库系统功能分析,数据及算法需求分析以及用户界面的设计,对北方粳稻品种识别数据库系统进行构建。

### 2.1 北方粳稻品种识别数据库系统功能分析

北方粳稻品种识别数据库系统主要由用户系统,北方粳稻 DNA 指纹图谱数据库管理系统,北方粳稻 DNA 指纹图谱数据库三个部分组成。其中粳稻 DNA 指纹图谱数据库管理系统具有数据管理,数据查询,数据分析等主要功能。使用系统的用户角色有数据库管理员和普通用户两种。北方粳稻品种识别数据库系统框架图如图 1 所示。北方粳稻品种识别数据库系统功能如图 2 所示。

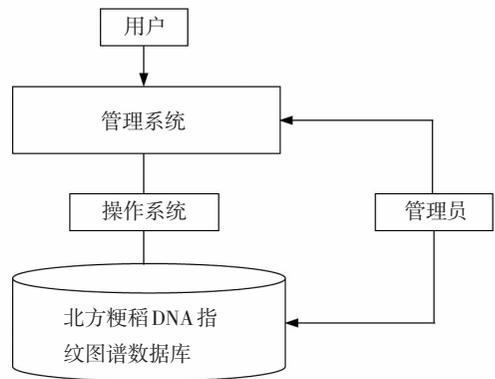


图 1 北方粳稻品种鉴定数据库系统框架图

Fig.1 Outline of the database system in identification of rice species

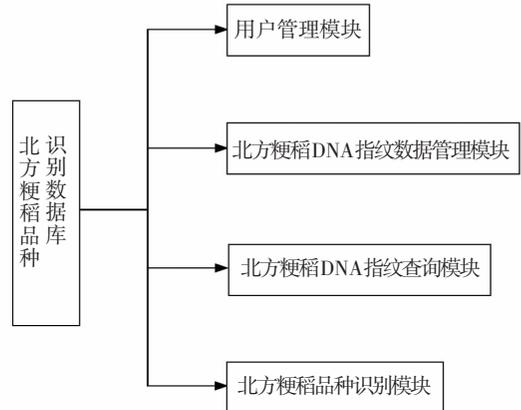


图 2 北方粳稻品种识别数据库系统功能

Fig.2 The function of the database system in identification of rice species

粳稻品种识别数据库系统按照功能分为四个模块:用户管理模块,北方粳稻 DNA 指纹数据管理模块,北方粳稻 DNA 指纹查询模块与北方粳稻品种识别模块。

#### 2.1.1 用户管理模块

管理数据库中用户信息(包括添加用户、删除用户、修改用户等功能)。

#### 2.1.2 北方粳稻 DNA 指纹数据管理模块

管理数据库中用户信息(包括添加用户、删除用户、修改用户等功能)。

#### 2.1.3 北方粳稻 DNA 指纹查询模块

通过输入粳稻名称,从数据库中进行搜索,可查询到该品种粳稻 DNA 指纹的基本信息,包括 DNA 分子标记的类型,该分子标记类型下标准化实验条件与过程关键信息(包括限制性内切酶组合的选择,所使用的引物序列与编号,电泳分离条件,主要仪器名称类型,数据处理方法等),分子标记的结果信息(包括原始电泳图片,电泳模式图,“0 1”矩阵数据)。

### 2.1.4 北方粳稻品种识别模块

分为二个子模块以供用户选择:

(1)单一样品识别:通过输入待鉴定单一样品的 DNA 指纹图谱信息(输入“0 1”矩阵序列),利用模式识别技术对该待鉴定粳稻的 DNA 指纹图谱数据与数据库中数据进行两两对比,模式识别选用相似度的概念描述指纹图谱的相似性,本系统设计以相似系数和距离系数为相似度评价指标,输出最大相似的粳稻品种结果,进而对粳稻品种进行识别<sup>[10-11]</sup>。

(2)多个样品识别:用户可选择需识别的粳稻数目,根据输入数目,按照单粒粳稻品种识别模块,输出识别的粳稻结果,并输出各自粳稻占总数的百分比。管理数据库中用户信息(包括添加用户、删除用户、修改用户等功能)。

## 2.2 北方粳稻品种识别数据库系统数据与算法需求分析

本数据库系统是面向本实验室已完成 70 个北方粳稻品种的 AFLP 指纹图谱以及今后开发研究的粳稻品种的 DNA 指纹。主要是方便用户对粳稻品种的 DNA 指纹进行查询,并根据特定的算法对待鉴定的粳稻 DNA 指纹进行识别,从而鉴定粳稻品种。对于算法需求,主要应用于粳稻品种识别模块,该功

能主要通过对 DNA 指纹信息“0 1”序列的比对而实现,比对方式选用相关系数法与距离系数法,相关算法可以通过计算机汇编语言来实现。

## 3 北方粳稻品种识别数据库系统界面设计

按照北方粳稻品种识别数据库系统的需求功能分析,利用 Axure RP 绘制该数据库系统的用户界面设计。

用户可通过自己的用户名与密码登录系统。系统登录界面设计图如图 3 所示。

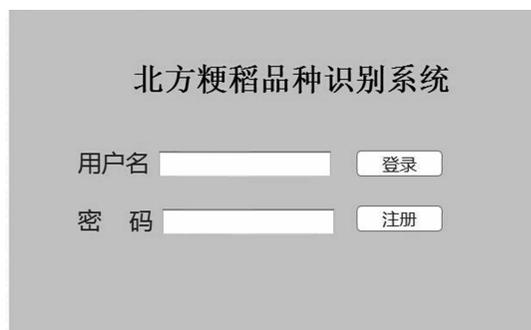


图 3 系统登录设计图

Fig.3 The system login design

用户登录后,进入系统主界面。图 4 为用户登录系统后主界面设计图。



图 4 主界面设计图

Fig. 4 The main interface design

主界面登录后,有五项功能选项。其中账号信息用于用户对个人账号的修改与注销用户信息。用户管理功能选项仅限于管理员登录,普通用户不可操作。管理员可对普通用户账号进行添加、删除、修改等功能。数据库管理功能选项仅限于管理员登录,用于维护系统数据与资源,保证系统的正常运行,包括对粳稻 DNA 指纹信息的维护(能够添加,

删除,修改 DNA 指纹信息)、标准化实验流程和对粳稻品种识别平台的优化。其余两项功能为粳稻 DNA 指纹信息查询与品种识别,用户与管理均可操作。此外,界面还提供给用户个人资料查看,问题反馈,修改密码,注销账号等功能。

通过点击粳稻 DNA 指纹查询按钮,进入粳稻 DNA 指纹查询功能界面,用户界面设计如图 5 所示。

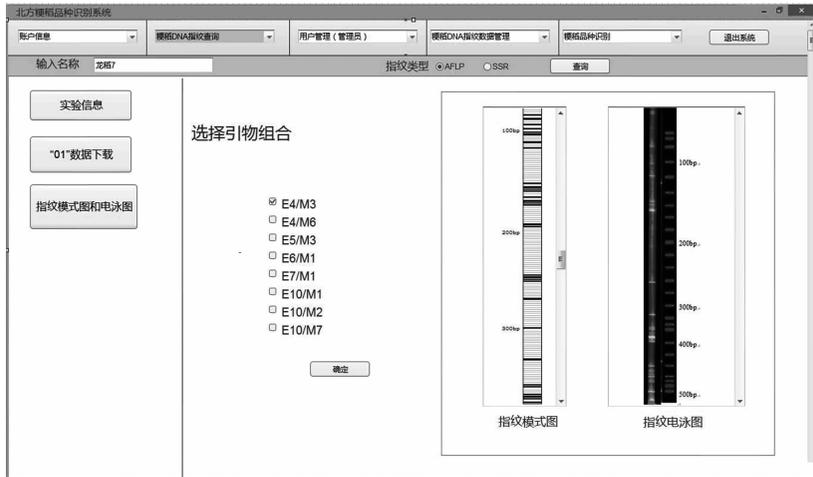


图 5 粳稻 DNA 指纹查询设计图

Fig.5 Model design of japonica rice DNA fingerprint query

用户可通过输入粳稻名称以及指纹标记类型进行搜索,当前数据以 AFLP 作为指纹类型,将来会进一步开发 SSR 标记的北方粳稻 DNA 指纹数据库。查询信息包括标准化实验操作,该品种粳稻的 DNA 指纹“0 1”数据,根据选取选择性引物组合,可查询该样品在该引物扩增下的选择性扩增电泳图与模式图。标准化的实验信息包括 AFLP 分子标记所用到的试剂以及仪器等详细厂家及规格、限制性酶切体系,连接人工接头体系,预扩增体系,选择性扩增体

系,各自 PCR 条件的设置,基于测序仪的凝胶电泳流程;DNA 指纹“0 1”数据包括该品种粳稻的选择性扩增引物的扩增“0 1”数据总结果,并标明各自引物所属的数据;选择性扩增电泳图与模式图,用户可以根据选择的引物组合,进行浏览和比对,并且界面下的信息均可提供下载功能,方便用户直观的对 DNA 指纹信息进行分析。通过点击粳稻品种识别按钮,进入粳稻品种识别功能界面,界面设计如图 6 所示。

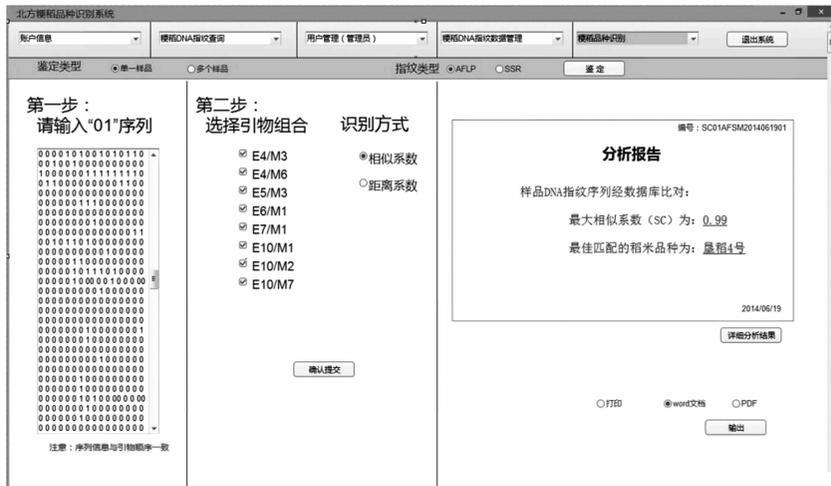


图 6 粳稻品种识别分析设计图

Fig.6 Analysis design of identification of japonica rice varieties

由图 6 所示,北方粳稻品种识别分析模块下,系统功能分为单一样品识别与多个样品识别,并且可以选择指纹类型。对于单粒稻米样品的检测,可按照本系统下提供的标准化实验流程,对稻米的 DNA 进行提取并进行 AFLP 分析,进行分析时可任意挑选选择性引物组合,为使得结果的可靠性,推荐所有

引物组合均使用。所得到的“0 1”数据,按照所使用的引物排列顺序进行排列,输入“0 1”数据,确定所使用引物组合,确定识别方式,计算机按照所采用的识别方式,将未知样品的“0 1”数据与数据库中所用数据进行比对与计算,输出与待检测样品具有最佳相关系数或距离系数的品种名称与相关系数。为提

高数据的可靠性,可以同时输出相似系数与距离系数下的品种名称与系数值。用户可以自行判定输入结果。相似系数法主要依靠计算两个样品之间的遗传相似系数,2个同一品种之间的遗传相似系数,理论值为1。距离系数主要是计算两个样品的DNA指纹向量的距离,距离越小表明,样品之间亲缘关系越远。在多样品识别下,识别原理与单样品识别一致。只是可以同时输入多个样品的DNA指纹数据,系统分别对样品进行编号,最终输出结果,各自样品的最佳匹配的品种名称与系数值,同时统计出各自品种占总稻米数的百分比。

## 4 结 论

(1)确定北方粳稻品种识别数据库系统的数据信息,包括4个表北方粳稻品种表:北方粳稻基本信息表,基于AFLP标记的粳稻DNA指纹“01”数据表和基于AFLP标记的粳稻电泳图表。用于数据的管理,查询与维护等功能。

(2)对北方粳稻的品种识别数据库系统功能分析,确定了该系统的功能需求和数据与算法需求。功能需求主要包括:用户管理,北方粳稻DNA指纹数据管理,粳稻DNA指纹查询与粳稻品种识别分析。

(3)按照北方粳稻品种识别数据库系统的需求功能分析,利用Axure RP绘制粳稻品种识别数据库系统的界面设计图,为北方粳稻品种识别数据库系统进行构建奠定基础。

## 参考文献(References)

- [1] 李金州. 不同地域幼稚粳稻食味品质相关性状的评价[D].南京:南京农业大学,2007.  
LI Jinzhou. Evaluation on eating quality related traits of Japonica rice from different regions [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.
- [2] 宋君,雷绍荣,郭灵安,等. DNA指纹技术在食品掺假产地溯源检验中的应用[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(6): 3226-3228.  
SONG Jun, LEI Shaorong, GUO Ling'an, et al. Application of DNA fingerprint technique in identification of adulterate food and food traceability [J]. Journal of Anhui Agri. Sci., 2012, 40(6): 3226-3228.
- [3] 郝燕. 中药指纹图谱数据库系统设计与实现[D]. 沈阳:沈阳药科大学, 2008.  
HAO Yan. Design and construction of database of Chinese medicine fingerprint [D]. Shenyang: Shenyang Pharmaceutical University, 2008.
- [4] 王作君,董鸿晔,孙国祥. 基于.Net的B/S结构的中药指纹图谱数据库管理系统[J]. 中国中医药信息杂志, 2010, 17(1): 91-94.  
WANG Zuojun, DONG Honghua, SUN Guoxiang. The database system of Chinese medicine fingerprinting based on NET B/S construction [J]. Chinese Journal of Information on TCM, 2010, 17(1): 91-94.
- [5] 葛建镛. 分子标记技术在东北地区玉米种质资源鉴定、评价与保护中的应用[D]. 长春:长春理工大学, 2009.  
GE Jianrong. Application of molecular marker techniques in identification, evaluation and protection of North-East maize germplasm [D]. Changchun: Changchun University of Science and Technology, 2009.
- [6] 滕海涛,吕波,赵久然. 利用DNA指纹图谱辅助植物新品种保护的可能性[J]. 生物技术通报, 2009, 01: 1-6.  
TENG Haitao, LÜ Bo, ZHAO Jiuran. DNA fingerprint profile involved in plant variety [J]. Biotechnology Bulletin, 2009, 01: 1-6.
- [7] 孔维国,王俊峰,丁汉凤. DNA指纹数据库在我国主要农作物种质资源中的应用[J]. 山东农业科学, 2014, 04: 131-135.  
KONG Weiguo, WANG Junfeng, DING Hanfeng. Application of DNA fingerprint database in main crop germplasm resources in China [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2014, 04: 131-135.
- [8] 王凤格,赵久然,郭景伦,等. 中国玉米新品种标准DNA指纹库构建研究的几点思考[J]. 植物学通报, 2005, 22(1): 121-128.  
WANG Fengge, ZHAO Jiuran, GUO Jinglun, et al. Review of research into establishing a DNA fingerprinting database of new Chinese maize cultivars [J]. Chinese Bulletin of Botany, 2005, 22(1): 121-128.
- [9] 王凤格,赵久然,戴景瑞,等. 玉米DNA指纹数据库建库标准规范的建立[J]. 玉米科学, 2006, 14(6): 66-68.  
WANG Fengge, ZHAO Jiuran, DAI Jingrui, et al. Criteria for construction of maize DNA fingerprint database [J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(6): 66-68.
- [10] 王凤格,赵久然,孙世贤,等. 我国玉米DNA指纹数据库管理系统的建立[J]. 玉米科学, 2010, 18(2): 41-44, 49.  
WANG Fengge, ZHAO Jiuran, SUN Shixian, et al. Construction of maize DNA fingerprint database system in China [J]. Journal of Maize Sciences, 2010, 18(2): 41-44, 49.
- [11] 屈景辉,廖琪梅,张星. 指纹图谱数据库建立技术[J]. 医学信息, 2006, 19(2): 190-191.  
QU Jinghui, LIAO Qimei, ZHANG Xing. Technology of construction of fingerprinting database [J]. Medical Information, 2006, 19(2): 190-191.