

基于 Web 的小麦品种布局优化决策支持系统

张燕欣¹, 龚道枝², 马耀光¹

(1. 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081)

摘 要: 借鉴模糊评分法, 根据用户对品种特性要求, 计算小麦品种特征值的置信度, 并建立小麦品种综合评价模型和基于置信度的品种选择模型; 依据系统设计原理和组件化程序设计思想, 通过藕合数据库技术、Web 开发技术和模型技术, 用可视化网页开发软件 Tomcat 5.5、java 语言及 MySQL 5.0 数据库, 设计开发基于 Web 的小麦种质资源环境配置决策支持系统。该系统具有信息查询、综合评价、良种推荐和系统优化等功能, 可为农业高效种植提供辅助决策服务。

关键词: 小麦品种; 品种配置; 综合评价; 良种推荐; 决策支持系统

中图分类号: S126 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0107-05

世界上有近三分之一的人口以小麦作为主食。其产量的丰歉和品质的优劣直接关系到人民的生活水平和整个农业经济的发展。而小麦品种自身遗传因素和土壤、气候因素等生态环境因素共同影响着不同小麦品种在生长发育过程中的产量及品质^[1,2]。所以应根据我国小麦品质区划结果, 因地制宜选择优质小麦品种, 实行区域化种植。

为确定品种的适应性、平均表现、产量潜力和为品种审定和品种布局区域化提供主要依据, 必须通过多年多点的品种区域试验。以往对参加区域试验的作物新品种, 一般只是对产量指标进行调查分析, 估计试验误差, 进行品种间比较。全面的评价一个品种应将种质在不同环境下的适宜性加以评价^[3]。所以, 品种的综合评价对作物科学布局具有重要意义。目前作物品种的主要综合评价方法有协调法^[4]、模糊评分法^[5]、DTOPSIS 法^[6]、灰色关联度分析法^[7]、综合评分法^[8]等。

本研究以华北地区小麦品种区域试验数据为样本, 依据专家经验及小麦生产的实际情况, 确定各个评价要素及其权重大小, 以模糊评分法理论为基础建立小麦品种综合评价模型^[9]; 将用户要求的品种特性和优良品种特性进行比较分析, 通过定量计算确定小麦品种特征值与环境因子和生产需求之间的符合度, 建立优良品种选择模型^[10]并建立小麦优良品种数据库。最后利用系统设计原理和组件化程序设计思想, 通过藕合数据库技术、Web 开发技术和模型技术, 开发出面向普通互联网用户的小麦品种布局决策优化系统, 为实现小麦品种环境配置提供决

策服务。

1 研究方法

1.1 小麦品种综合评价模型

借鉴国家小麦品种审定和华北干旱半干旱地区小麦品种审定的有关规定, 并结合专家意见确定将小麦综合评价分为丰产性、适应性、品质、抗病性四项指标。丰产性指标选择产量为评价因子。适应性指标抗寒性、抗倒伏、耐旱性、节水性为评价因子。品质指标以待评价品种品质等级为评价因子。需要特别说明的是, 根据国家区试资料, 对豫、冀、鲁三省的小麦新品种进行研究, 主要以叶锈病、条锈病、白粉病对小麦生产具有较大的危害性, 所以选择这三种病的综合抗病能力为评价因子。在小麦生产的关键季节, 组织专家对各小麦品种适应性、抗病性等进行考察, 分为超高、高、中、低、差, 得分分别为 100、80、60、40、20 分。节水等级和品质指标定级为 1、2、3、4、5 级, 得分分别为 100、80、60、40、20 分。对产量, 全生育期的评分则以华北各地区优秀小麦品种构造综合性状最好的“理想品种”, 产量性状定为 8 900 kg/hm², 全生育期为 220 d。

目前, 权重确定方法主要有专家打分法、层次分析法等。专家打分法是由多位专家对相应层次各指标的权重进行打分并根据专家的打分情况确定各指标权重大小。专家打分法是利用相关专家的共同的智慧, 所以本文采用专家打分法给各指标赋予权重, 进而评价品种的优劣。

搜集整理近五年内作物品种审定委员会审定的

收稿日期: 2011-09-03

基金项目: 国家 863 计划项目“抗旱品种筛选与高效用水种植技术”(2011AA100501); 国家自然科学基金(51179194)

作者简介: 张燕欣(1986—), 女, 硕士, 研究方向为农业水土工程。E-mail: zhangyanxin19869@163.com。

通讯作者: 马耀光, 教授, 主要从事农业水土资源利用与保护的研究与教学。E-mail: myg0609@yahoo.com.cn。

小麦新品种,运用灰色关联度分析对冬小麦品种安麦 1 号(X_1)、新乡 9157(X_2)、洛郊 9133(X_3)、博农 9622(X_4)、石家庄 8 号(X_5)五个品种进行综合评价,以产量、抗寒性、抗倒伏、耐旱性、抗病性、节水等级、品质指标、全生育期等 8 个性状指标进行分析。具体步骤如下:

1) 构造参考品种性状集 $X_0(k) = [X_0(1), X_0(2), X_0(3), X_0(4), X_0(5), X_0(6), X_0(7), X_0(8)]$ 。参考品种各性状取小麦理想性状值(见表 1)。

2) 搜集整理比较品种($X_j(k)$)与参考品种($X_0(k)$)所有比较性状的试验数据序列。

3) 对 X_j 与 X_0 两序列值进行无量纲化处。

$$X'_0(k) = (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$$
$$X'_j(k) = [X_j(1)/X_0(1), X_j(2)/X_0(2), X_j(3)/X_0(3), X_j(4)/X_0(4), X_j(5)/X_0(5)] = [X_j'(k)] \quad (1)$$

4) 求参考品种序列 $X'_0(k)$ 与比较品种序列

$X'_j(k)$ 之间的差序列 $Z_j(k)$ 。

$$Z_j(k) = |1 - X'_j(k)| \quad (2)$$

5) 求参考品种序列与比较品种序列的两级最大差和两级最小差。

$$M = \max \max Z_j(k) \quad (3)$$

$$m = \min \min Z_j(k) \quad (4)$$

6) 依据专家打分法得到各性状指标的权重依次为 $W_k = (W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7, W_8) = (0.4, 0.07, 0.08, 0.07, 0.08, 0.1, 0.1, 0.1)$ 。加权系数越大,其重要程度越大。

7) 计算关联系数

$$\xi_j(k) = \frac{m + \rho M}{Z_j(k) + \rho M} \quad \text{其中 } \rho \text{ 取 } 0.5 \quad (5)$$

8) 计算关联度

$$r = \sum_k W_k \times \xi_j(k) \quad (6)$$

关联度值越大,与参考品种越相似,品种综合性状越优异。评分结果见表 2。

表 1 小麦品种各性状值

Table 1 The main characters of different wheat varieties

品种 Variety	性状 Characters							
	产量 Yield (kg/hm ²)	抗寒性(分值) Cold resistance (Score)	抗倒伏(分值) Lodging resistance (Score)	耐旱性(分值) Drought tolerance (Score)	抗病性(分值) Disease resistance (Score)	节水等级(分值) Water-saving grade(Score)	品质指标(分值) Quality index (Score)	全生育期(d) Whole growth period
X_0	8900	100	100	100	100	100	100	220
X_1	8140	100	60	80	80	60	60	235
X_2	7600	60	80	100	80	100	80	240
X_3	6100	80	60	80	80	40	60	230
X_4	6900	80	80	80	60	80	80	235
X_5	7400	60	60	60	60	100	40	245

表 2 最终综合评价得分

Table 2 The score of comprehensive evaluation

品种 Variety	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
得分 Score	0.7256	0.7659	0.7280	0.7760	0.6907
排序 Sequence	4	2	3	1	5

9) 品种评价。根据灰色关联度分析的原理,关联度大的数列与参考数列最相似。参考品种是我们构造的综合性状最好的“理想品种”,因此根据关联度的排序就可确定比较品种的优劣次序。在本试验中,博农 9622(X_4)的关联度($r_4 = 0.7760$)最大,由此认为博农 9622 的综合性状最好。其次是新乡 9157(X_2)。石家庄 8 号(X_5)的关联系数($r_5 = 0.6907$)最小,综合性状最差。

1.2 小麦优良品种选择模型

1.2.1 总置信度的确定 置信度^[10]是品种各个

性状与用户需求的理想品种性状的相近程度,通常用 C 表示,以产量、生育期等 8 个目标性状为选择因子,计算出品种各特征值的置信度,并以品种总置信度为依据,为用户推荐适宜的品种。其中, C_1 为产量置信度, C_2 为抗寒性置信度, C_3 为抗倒伏置信度, C_4 为叶锈病置信度, C_5 为白粉病置信度, C_6 为条锈病置信度, C_7 为容重置信度, C_8 为生育期置信度,总的置信度为:

$$V_c = \sum_{k=1}^8 W_k \times C_k \quad (7)$$

1.2.2 相对权重的确定 上式中,相对权重(W_k)即某个子置信度(C_k)对品种总置信度(V_c)的作用大小,其计算分两种情况考虑:

1) 产量、抗病性、抗倒伏的置信度计算公式较为简单,当某品种的性状值大于等于用户的要求值

时,即可完全满足用户的要求,其置信度为 1;当某品种的性状值小于用户的要求值时,置信度为两者的比值,计算公式为:

$$C = V/U_D \tag{8}$$

2) 生育期、容重的置信度较为复杂,当某品种的生育期比用户要求的理想品种的生育期短时,其置信度为 1;当某品种的生育期长于理想品种的生育期时按照下面的公式计算其置信度:

$$C = 1 - \frac{V - U_D}{V_{max} - V_{min}} \tag{9}$$

式中, V 为品种某定量化特征值, U_D 为用户对所选品种的特定需求, V_{max} 为品种特性的上限值, V_{min} 为品种特性的下限值,当品种各个性状的置信度不小于 0.85 时,品种被选出,同时计算该品种的总置信

度。求品种的各项性状的数据时,系统给出 V_i 达到 0.5 以上的品种,并根据不同的品种类型列出表格,用户根据排序名先后做出最终选择。

1.3 系统设计

利用系统设计原理和组件化程序设计思想,通过耦合数据库、Web 开发和模型技术,采用可视化网页开发软件 Tomcat 5.5、java 语言以及 MySQL 5.0 数据库,设计开发了出基于 Web 的小麦种质资源环境配置的品种布局优化决策支持系统模型路线(见图 1)。

本系统遵循界面简洁、操作简单、使用方便、维护容易的设计原则,由小麦品种综合评价与品种选择模型、小麦优良品种数据库、人机界面等构成(见图 2)。

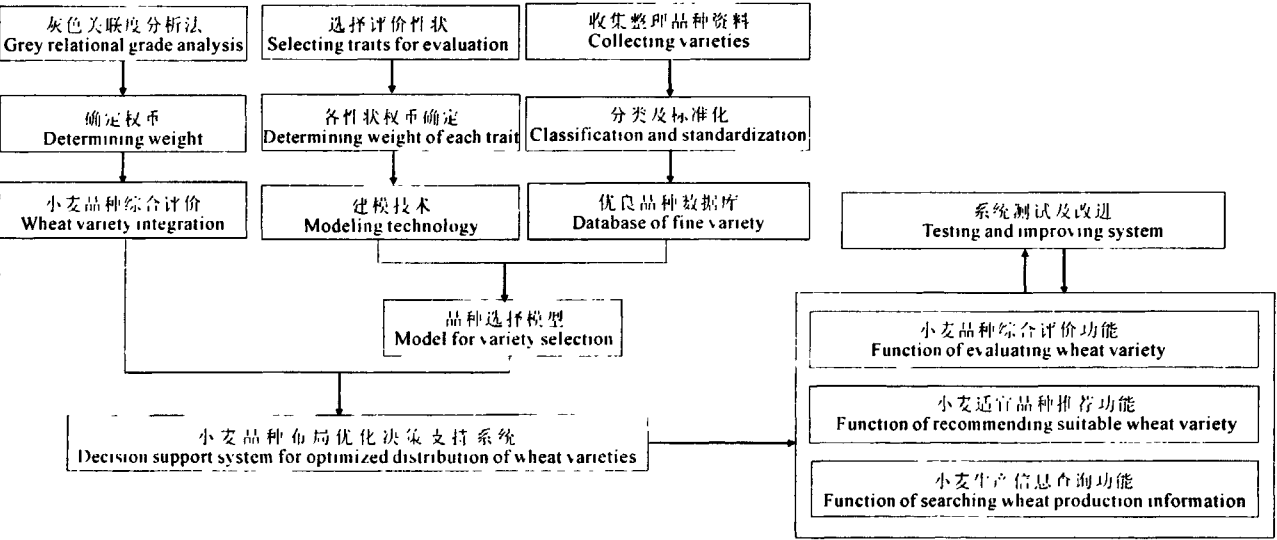


图 1 基于 Web 的小麦品种布局优化决策支持系统

Fig.1 Technical route of Web-based decision support system for optimized distribution of wheat varieties

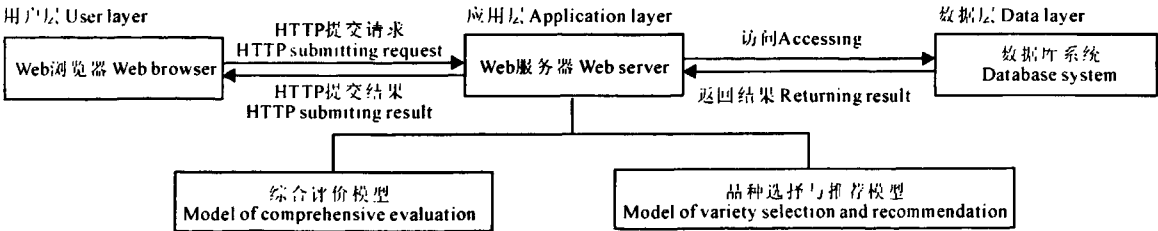


图 2 基于 Web 的小麦品种布局优化决策支持系统三层分布结构

Fig.2 Three-layer structure of Web-based decision support system for optimized distribution of wheat varieties

2 系统的测试与应用

选择河南郑州区域对所建立的系统进行了初步测试与检验。结果表明,该系统设计科学、操作简单、功能全面、知识新颖,对当地小麦生产具有一定指导意义。

系统具体使用与操作如下:(1)小麦品种综合评价系统使用。用户通过界面输入一组待评价品种的综合性状数值,如产量、生育周期、条纹病、叶枯病、抗性等,系统通过后台综合评价模型,计算出品种的综合性状得分(见图 3)。(2)小麦良种推荐系统使用。如河南某用户需要高产小麦品种,用户选择河

南地区,进入小麦优良品种推荐系统,根据自己的种植需要输入所需品种的要求,系统给出自 2004 年以来审定通过的符合用户要求的优良小麦品种(见图 4、图 5)。(3)系统最终 V_c 决策排序方案。(4)通过系统后台,可对系统进行维护、修改操作界面、添加有关项目和内容,如可修改小麦品种综合评价系统内有关评价因素以及相应的权重大小,增加小麦良种推荐系统有关优良品种信息等。

模型模拟 >> 小麦品种综合评价

评价指标	指标值
产量	8140
抗寒性	超高
抗倒伏	中
耐旱性	高
抗病性	高
节水等级	三级
品种指标	二级
生育期	235

确定

0.7256298457228021

图 3 小麦品种综合评价界面

Fig.3 Page of comprehensive evaluation of wheat varieties

3 讨 论

在综合评分法的基础上,结合华北地区小麦生

产的实际情况,根据专家意见可对评价要素作相应调整。如在小麦的抗病性评价要素方面,增加了条锈病抗性评价因子,去掉叶枯病抗性评价因子,综合评价更符合华北地区小麦生产实际情况。

对综合评价,各评价要素权重的确定十分重要,权重的大小直接影响到最终评价结果^[11]。灰色关联度分析方法通过专家意见获得权重,不同的专家团队所确定的评价要素和权重会有所不同。小麦生产是一个不断变化的过程,权重确定是基于近年华北地区生产的实际情况采用专家问卷形式确定,当种质退化或农业管理方式等实际生产情况发生变化时,可通过专家意见重新调整专家系统数据库、评价要素和权重大小。

模型模拟 >> 小麦良种推荐

请选择地区	评价指标	指标值
省区: 河南省	产量	500
市区: 郑州	抗寒性	100
县城: 舞阳县	抗倒伏	80
	叶锈病	60
	白粉病	55
	条锈病	76
	苗重	650
	全生育期	239

确定

图 4 小麦良种推荐界面(一)

Fig.4 Page 1 of recommendation of fine wheat varieties

河南郑州舞阳县良种推荐

分类	名称	审定时间	审定编号	品种类型	选育单位	品质指标	产量表现	容重	抗寒性	抗倒伏	抗条锈病	抗叶锈病	抗白粉病	栽培要点	适宜地区	全生育期
$V_c=0.78$	郑麦 366	2005	豫审麦 2005006	过渡型多穗型强筋小麦	河南省农业科学院小麦研究所	100	545.0	794.0	90	90.0	90.0	70.0	50.0	播期10月10~25日,播种量 6~8Kg/667m ² ,重N轻P	黄淮南片麦区的河南省、山东省西部	230.0
$V_c=0.65$	石家庄8号	2003	国审麦 2003011	过渡型中熟品种	石家庄农业科学研究院	0	498.0	790.0	90	50.0	70.0	50.0	70.0	10月上旬,13~22万株/667m ²	黄淮冬麦区北片的河北中南部、河南省北部、山西中南部、山东省中上等肥水地	250.0
$V_c=0.59$	GS豫麦34号	1998	国审麦 980015	弱春性品种	郑州市农林科研所	80	490.0	802.0	60	90.0	70.0	60.0	60.0	不浇越冬水不追肥	黄淮地区各类生态环境	225.0

图 5 小麦良种推荐界面(二)

Fig.5 Page 2 of recommendation of fine wheat varieties

本系统具有小麦品种信息查询、综合评价、良种推荐等功能,可为农业推广部门选择适宜当地种植的小麦品种提供辅助决策。今后可将水稻、油菜、棉

花等主要农作物也纳入系统,建立基于 Web 的区域作物品种结构布局决策支持系统。如与 GIS 相结合,通过空间信息数据库与品种数据库的结合,开发

出更直观的基于 Web - GIS 的小麦品种布局决策支持系统。

参 考 文 献:

- [1] 杨子光,冀天会.北部冬麦区旱地小麦新品种产量稳定性分析[J].干旱地区农业研究,2004,22():70-73.
- [2] 周桂莲,杨慧霞.小麦抗旱性鉴定的生理生化指标及其分析评价[J].干旱地区农业研究,1996,14():65-69.
- [3] 刘良峰,段美萍,朱 艳.基于 Web 的水稻品种综合评价与良种推荐系统[J].江苏农业科学,2008,(6):290-292.
- [4] 冯润生.协调法在水稻品种(系)综合评价中的应用[J].浙江农业科学,1995,(3):128-129.
- [5] 单鉴华.模糊综合评判法和模糊评分法在作物品种综合评价中的应用[J].浙江农业科学,1996,(3):119-121.
- [6] 杨旺兴,许旭明,草 伟.DTOPSIS 在水稻新品种综合评价中的应用[J].三明农业技术,2006,(2):15-16.
- [7] 祁玉良,石守设,卢兆成.粳稻品种主要经济性状的灰色关联度分析[J].河南农业科学,2006,(9):27-29.
- [8] 杨仕华,廖 琴,张首都,等.稻品种审定中品种的量化评价标准及其实例检验[J].中国农学报,2004,(10):265-268.
- [9] 王明丽.基于 ASPNET 的农业管理决策信息化系统的设计与实现[J].甘肃农业,2006,(12):77.
- [10] 朱 艳,曹卫星,戴廷波,等.小麦目标产量设计及适宜品种选择的动态知识模型[J].应用生态学报,2004,15(2):231-236.
- [11] 宋志军.灰色系统理论在小麦品种布局和相似性栽培中的应用[M].郑州:河南农业大学,2009.

A web-based decision support system for opimized distribution of wheat varieties

ZHANG Yan-xin¹, GONG Dao-zhi², MA Yao-guang¹

(1. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: A wheat variety evaluation model was developed by analyzing fuzzy synthetical marking method, and a variety selection model was created according to the users' requirements of fine varieties and the reliability level of the variety. Under the guidance of system engineering idea, and by integrating the theory and method of database, model and Web technology, a Web - based decision support system for optimized distribution of wheat varieties was developed with the softwares as tomcat, mysql, java, and so on. This system realized the functions of information query, comprehensive evaluation and recommendation of wheat varieties, which could help internet users to make decisions on fine wheat variety selection.

Keywords: wheat variety; variety distribution; comprehensive evaluation; variety recommendation; decision support system