

储粮扦样环节中分区面积状况的研究

张玉荣¹, 董永强¹, 吴 琼¹, 祝方清^{2*}

(1. 河南工业大学粮油食品学院, 粮食储藏与安全教育工程研究中心, 河南省粮食产后减损工程技术研究中心, 郑州 450001; 2. 湖北大学知行学院, 武汉 430011)

摘 要: 目的 研究粮仓中的储藏小麦在不同分区面积内的质量指标状况, 探讨如何选择分区面积, 扦样后能合理有效地反映粮仓储粮的质量。**方法** 以平房仓中的储藏小麦为研究对象, 选取两个仓房中的 3 处区域作为平行实验, 在 50~400 m² 范围内以 50 m² 为梯度差划分不同的分区面积, 深度分层后按照五点扦样法分别扦取不同分区面积内的小麦, 对其容重、水分进行测定。通过 SPSS 做单样本 *t* 检验和单因素方差分析, 依据不同分区面积之间的质量指标差异探讨粮食扦样时的分区面积。**结果** 分区面积为 50 m² 时选取一个扦样点即可有效代表该分区内的小麦质量状况, 分区面积大于 50 m² 时, 小麦质量状况随分区面积的不同而有所不同, 需选取合理的分区面积来制定扦样方案; 以小麦容重为判断指标时分区面积约为 250 m², 以小麦水分作为判断指标时分区面积约为 300 m²; 3 处平行实验的检验结果具有一致性, 说明本研究可适用于不同仓房、仓房不同位置。**结论** 制定扦样方案时分区面积范围为 250~300 m², 扦样后即可合理有效地反映粮仓内的小麦质量状况。

关键词: 储粮; 扦样; 分区面积

Study on the partition area of cutting sample in grain storage

ZHANG Yu-Rong¹, DONG Yong-Qiang¹, WU Qiong¹, ZHU Fang-Qing^{2*}

(1. College of Grain, Oil and Food, Henan University of Technology, Engineering Research Center of Grain Storage and Security of Ministry of Education, Henan Provincial Engineering Technology Research Center on Grain Post Harvest, Zhengzhou 450001, China; 2. Zhixing College of Hubei University, Wuhan 430011, China)

ABSTRACT: Objective To study the quality indexes of stored wheat in different zoning areas, and discuss how to choose subareas, which can reasonably and effectively reflect the quality of stored grain in the granary after cutting samples. **Methods** Taking the stored wheat in the bungalow warehouse as the research object, 3 areas in 2 warehouses were selected as parallel experiments, different partition areas were divided with 50 m² as the gradient difference in the range of 50–400 m². After deep stratification, the wheat in different partition areas were cut according to the five point cutting sample method, and their bulk density and moisture were measured. The single sample *t* test and one-way analysis of variance were done by SPSS, according to the difference of quality indexes

基金项目: 国家重点研发计划专项(2017YFC1600601)、河南工业大学高层次人才科研启动基金项目(2020BS006)、财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-03)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Projects (2017YFC1600601), the Start Up Fund Project for High-level Talent Scientific Research of Henan University of Technology (2020BS006), and the National Modern Agricultural Industrial Technology System Funded by the Ministry of Finance and the Ministry of Agriculture and Rural areas (CARS-03)

*通信作者: 祝方清, 副教授, 主要研究方向为粮油品质检验与控制。E-mail: 525990682@qq.com

*Corresponding author: ZHU Fang-Qing, Associate Professor, College of Grain, Oil and Food, Henan University of Technology, Wuhan 430011, China. E-mail: 525990682@qq.com

between different partition areas, the partition area of grain cutting was discussed. **Results** When the partition area was 50 m^2 , selecting a cutting sample point could effectively represent the wheat quality status in the partition, when the partition area was greater than 50 m^2 , the wheat quality status varies with the partition area, so it was necessary to select a reasonable partition area to formulate the cutting sample scheme; the partition area was about 250 m^2 when wheat bulk density was used as the judgment index, and 300 m^2 when wheat moisture was used as the judgment index; the test results of 3 parallel experiments were consistent, which showed that this study could be applied to different warehouses and different positions of warehouses. **Conclusion** When making the cutting plan, the area of the partition is $250\text{--}300\text{ m}^2$, after cutting samples, the quality of wheat in the granary can be reasonably and effectively reflected.

KEY WORDS: grain storage; cutting sample; zoning area

0 引言

小麦是我国的三大粮食作物之一, 产量和消费量在世界上一直排名第一位, 多年保持在 1 亿 t 左右, 是我国主要的储备粮食品种^[1]。近年来随着国家粮食重点基础设施的建设, 仓库储粮的面积和高度不断扩大, 库容量大幅增加, 从 400~500 t 一个仓到现在一个高大平房仓储粮就有 4000~6000 t, 小麦的质量检验工作也随之愈发困难^[2-4]。扦样时分区面积的选取直接影响着样品检验结果的代表性和准确性^[5]。目前分区面积的选择主要是依据 GB 5491—1985《粮食、油料检验扦样、分样法》, 分区面积为不超过 50 m^2 , 扦样点设置个数多且效率低^[6], 其次是依据国粮发〔2010〕190 号《中央储备粮油质量检查扦样检验管理办法》, 分区面积为 200~350 m^2 , 大都凭借经验且尚无理论与实验数据支撑, 具有很大的随机性和自主性, 不能很好地适用于当前储粮现状^[7]。而目前国内外学者对于储粮扦样的研究多集中于扦样设备与扦样系统, 茆玮^[8]设计了仓内粮食扦样机模型, 并证明可代替人工完成对粮仓储存粮食的扦样作业。杨敬君等^[9]研发了一款可移动、便携式粮食扦样器, 实现了大型粮食库仓深层粮食扦样的机械自动化, 提高了扦样效率。丁江涛^[10]阐述了储粮扦样设备的特点、存在的问题及管理对策。JOSE 等^[11]对储粮取样设备进行了比较分析。闫圣翰等^[12]改造了散粮卸粮取样系统, 避免了因取样频率增加而造成的管道堵塞问题。NEVZOROV 等^[13]对储粮取样设备的发展趋势和发展新领域进行了评估。BELETSKIY 等^[14]研究开发了新型设备可以通过 X 射线来检测储粮质量状况。但对粮食扦样方案中分区设点的面积如何选取才能更加合理有效的相关研究却较少。在小麦储藏企业对粮仓中的储藏小麦品质检测指标主要是色泽、气味、水分、杂质、容重以及筛选虫害^[15], 本研究以平房仓中的储藏小麦为研究对象, 以容重、水分为评价指标, 选取 3 处区域作为平行实验, 以 50 m^2 为梯度差分别在不同区域内在 50~400 m^2 范围内划分不同的分区面积, 深度分层后按照五点扦样法分别扦取不同分区面积内的小麦样品, 并检测其容重和水分, 通过单因素方差分析 (one-way analysis of variance, ANOVA) 研究不同分区面积之

间的小麦质量指标的差异, 确定最佳分区面积范围, 制定能够适用于当前平房仓储粮现状的扦样方案, 合理有效地反映储粮质量状况, 为国家标准的修订提供实验数据支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料

中央储备粮郑州直属库 A 仓 B 仓, 仓房长度为 53.53 m, 跨度为 20.24 m, 装粮高为 5.88 m, 仓容为 5150 t, 为 2019 年入仓储藏的小麦。

1.2 主要仪器与设备

LCQY-02 型电动扦样器(郑州中天粮食储藏工程有限公司); JFYZ 型钟鼎式分样器(杭州大吉光电仪器有限公司); GHCS-1000A 型电子容重器(上海东方衡器有限公司); LDS-1G 快速水分测定仪(中央储备粮郑州直属库有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品的扦样

(1) 深度分层

在进行储粮的品质检验时, 不可能将所有的储粮都用来检验, 只能科学合理地抽取一部分有代表性的样品进行品质检测^[16]。根据已有的研究表明, 平房仓装粮高度为 6 m 左右可分为四层, 扦样后能有效反映储粮深度内小麦的质量状况, 深度分层示意图如图 1 所示。

(2) 分区面积的划分

依据 GB 5491—1985(不超过 50 m^2)选取分区面积, 扦样点多且效率低; 依据国粮发〔2010〕190 号(200~350 m^2)选取分区面积, 凭借经验且尚无理论与数据支撑、具有很大的自主性和随机性。本研究在 50~400 m^2 范围内以 50 m^2 为梯度差划分不同的分区面积, 即选取的分区面积分别为 50、100、150、200、250、300、350、400 m^2 , 分区面积的划分均为四方形。

(3) 扦样

按照确定的分层分区, 在不同分区内采用五点扦样法逐层扦取不同深度范围内的小麦, 各个点在同一深度范围内的小麦样品扦取量相同, 约为 500 g, 各点的总扦取量不少于 2 kg。在 A 仓 B 仓中选 a、b、c 3 处扦样范围做平行实验, 3 处扦样范围内扦样区域示意图如图 2 所示。

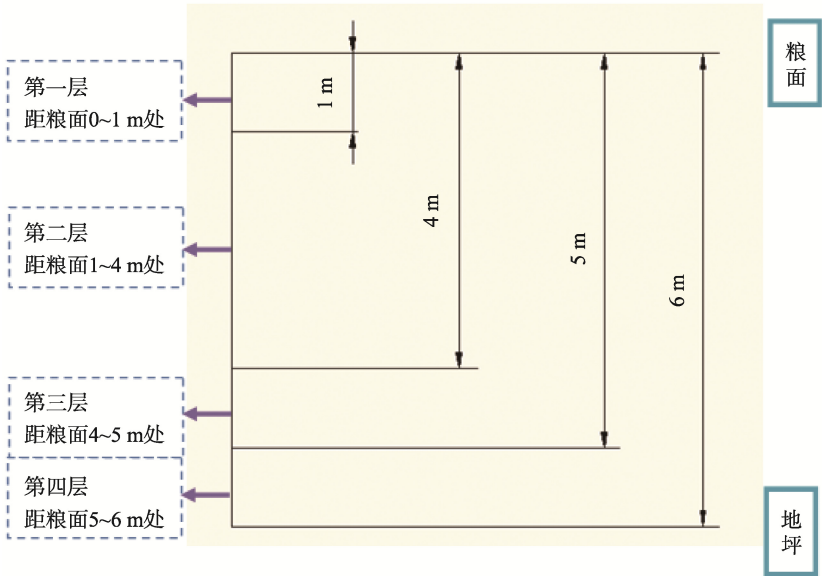


图 1 深度分层示意图
Fig.1 Schematic diagram of depth stratification

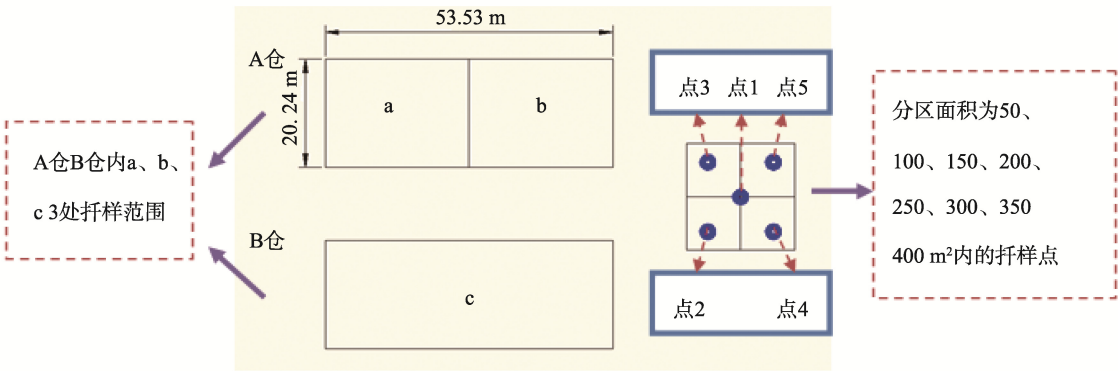


图 2 3 处扦样范围内扦样区域示意图
Fig.2 Schematic diagram of cutting sample area within the scope of 3 cutting samples

1.3.2 分 样

将不同区域不同分区面积内各扦样点所取的样品按照 GB 5491—1985 进行分样; 将同一分区面积内不同点的所取样品按照四分法各分出约 500 g 混合得到混合样品, 共 2.5 kg 左右。

1.3.3 质量指标的选定

粮食质量指标检测是反映粮食质量情况的有效方法, 选择合适的指标进行检测是把好粮食收购质量关和做好储藏期仓储管理工作的关键^[17]。GB 1351—2008《小麦》中采用容重作为小麦定等指标, 不完善粒等指标作为小麦质量限制指标, 该国家标准规定的指标为储粮质量检查时所需的扦样检验指标提供了理论依据。

本研究中选取容重和水分作为评价质量指标, 容重可以判断小麦品质和颗粒饱满度, 是划分小麦等级、分析小

麦质量的重要指标^[18]。水分作为粮食的一个重要质量指标, 不仅影响粮食的代谢活动, 还影响粮食的储存、运输及加工^[19]。高水分的粮食内部酶活动加强, 同时微生物活动也加强, 容易导致粮食发热和霉变^[20-21]。硬度指数是小麦收购环节中的重要检测指标^[22-23], 但本研究主要研究储粮扦样环节中的分区面积, 故没有选取硬度指数为参考指标。杂质和不完善粒在粮堆中的分布不均匀, 受自动分级现象的影响较大^[24-25], 色泽、气味是指小麦固有的综合颜色、光泽和气味, 主要通过感官检验是否正常, 均不适合为参考对象探讨储粮扦样环节中的分区面积。

1.3.4 质量指标的测定

邵亮亮等^[26]研究后得到: 快速谷物分析仪校准后, 测定小麦水分含量和容重时, 其准确性、重复性和稳定性均能达到仪器的技术指标和国家标准规定的要求, 适用于小

麦水分和容重的快速测定。

(1)容重的测定

依据 GB/T 5498—2013《粮油检验 容重测定》, 校准后使用 GHCS-1000A 型电子容重器进行测定。

(2)水分的测定

依据 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》, 校准后使用 LDS-1G 快速水分测定仪进行测定。

1.3.5 数据处理

本研究中所有质量指标的检测均采用双平行实验, 结果取平均值表示, 将不同扦样区域不同分区面积内的小麦样品检测结果通过 Excel 2010 对数据进行整理、计算, 用 SPSS 22.0 统计软件进行单样本 t 检验及单因素方差分

析, 探索研究最佳分区面积范围。

2 结果与分析

2.1 单样本 t 检验

依据不同分区面积内各点样品的质量指标为样本均值和不同分区面积内混合样品的质量指标为检验值, 使用 SPSS 进行单样本 t 检验, 比较样本均值与检验值之间的差异性^[27-28], 比较 P 的大小, 分析研究不同分区面积的必要性, A 仓 a 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验结果见表 1、A 仓 b 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验结果见表 2、B 仓 c 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验结果见表 3。

表 1 A 仓 a 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验									
Table 1 Single sample t test of wheat bulk density water content in different subarea of a region in warehouse A									
分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值	分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值
50	容重	0.557	-1.20000	786	250	容重	0.037	-6.40000	794
	水分	0.039	0.45000	11.8		水分	0.461	0.16000	11.7
100	容重	0.020	2.60000	784	300	容重	0.047	5.00000	789
	水分	0.046	0.30000	11.7		水分	0.037	-0.51000	12.4
150	容重	0.038	5.70000	783	350	容重	0.040	-9.30000	802
	水分	0.029	-0.32000	12.3		水分	0.032	-0.41000	11.9
200	容重	0.047	-6.60000	794	400	容重	0.045	-5.90000	799
	水分	0.030	0.42000	11.6		水分	0.042	-0.43000	11.9

注: $P<0.05$ 代表具有显著性差异, 下同。

表 2 A 仓 b 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验									
Table 2 Single sample t test of wheat bulk density water content in different subarea of b region in warehouse A									
分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值	分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值
50	容重	0.230	2.90000	791	250	容重	0.047	5.00000	795
	水分	0.149	0.23000	11.5		水分	0.047	-0.50000	12.1
100	容重	0.028	-5.60000	799	300	容重	0.042	11.40000	797
	水分	0.043	0.28000	11.4		水分	0.035	-0.66000	12.2
150	容重	0.017	-2.70000	795	350	容重	0.045	12.20000	797
	水分	0.041	0.31000	11.4		水分	0.038	-0.72000	11.8
200	容重	0.043	-5.30000	796	400	容重	0.043	11.40000	793
	水分	0.039	0.45000	11.5		水分	0.033	-0.54000	11.6

表 3 B 仓 c 区域内不同分区面积小麦容重水分的单样本 t 检验									
Table 3 Single sample t test of wheat bulk density water content in different subarea of c region in warehouse B									
分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值	分区面积/m ²	质量指标	P	平均差	检验值
50	容重	0.880	-0.30000	786	250	容重	0.047	-5.10000	787
	水分	0.106	0.44000	11.5		水分	0.029	0.43000	11.7
100	容重	0.026	-2.40000	786	300	容重	0.021	14.30000	785
	水分	0.039	0.45000	11.9		水分	0.041	0.31000	11.8
150	容重	0.047	-6.60000	791	350	容重	0.028	14.20000	786
	水分	0.043	0.28000	11.8		水分	0.041	0.31000	11.8
200	容重	0.050	-5.20000	787	400	容重	0.022	14.10000	785
	水分	0.047	-0.50000	12.5		水分	0.041	0.31000	12.1

由表 1、2、3 可知, 分区面积为 50 m² 时, 除 A 仓 a 区域内小麦水分的检验结果之外均大于 0.05, 说明 50 m² 内五处扦样点的扦样结果与混合样品无显著性差异, 选取一个扦样点即可反映 50 m² 内的小麦质量状况; 分区面积大于 50 m² 时, 除 A 仓 a 区域内 250 m² 处水分的检验结果之外均小于 0.05, 说明不同分区内各个扦样点的扦样结果与混合样品有显著性差异, 表明粮仓中储藏的小麦质量随分区面积的不同而有所不同, 有必要对不同分区面积之间小麦质量指标状况的关系进行研究。3 处区域的单样本 *t* 检验结果具有一致性, 说明本实验研究可适用于不同仓房、仓房不同位置。

2.2 单因素方差分析

单因素方差分析法是通过检验方差相等的多个正态总体均值是否相等, 进而判断该因素对实验指标的影响是否显著的一种统计分析方法^[29-31]。

2.2.1 方差齐性检验

方差齐性检验是对样本所在总体的方差是否相等进行的检验, 若显著性大于 0.05 时, 则认为样本所在的总体方差相等, 可进行单因素方差分析。使用 SPSS 对所测得的小麦样品质量指标进行方差齐性检验, 不同扦样区域不同分区面积内小麦容重水分的方差齐性检验见表 4。

由表 4 可知, a、b、c 3 处区域内小麦样品的容重、水分的方差齐性检验结果显著性均大于 0.05, 说明各组方差相同, 均可进行单因素方差分析。

2.2.2 单因素方差分析结果

使用 SPSS 对不同区域不同分区面积内小麦样品的容重、水分进行单因素方差分析, 不同扦样区域不同分区面积内小麦容重水分的单因素方差分析结果见表 5。

表 4 不同扦样区域不同分区面积内小麦容重水分的方差齐性检验
Table 4 Homogeneity test of variance of wheat bulk density water content in different subareas of different sampling areas

扦样区域	质量指标	Levene 统计	df1	df2	P
A 仓 a 区域	容重	1.794	7	32	0.123
	水分	0.411	7	32	0.889
A 仓 b 区域	容重	2.051	7	32	0.079
	水分	0.917	7	32	0.506
B 仓 c 区域	容重	1.263	7	32	0.299
	水分	1.748	7	32	0.133

注: *P*>0.05 代表样品所在的总体方差相等。

由表 5 可知, a、b、c 3 处区域内容重、水分的 *F* 均大于 0.05, *P* 均小于 0.05, 具有统计学意义, 说明在不同分区面积内扦样取得的小麦样品的容重、水分具有显著差异, 为了更好地探明不同分区面积之间的差异, 采用多重比较检验进一步进行分析。

2.2.3 多重比较检验

多重比较法是多个等方差正态总体均值的比较方法^[32-33]。依据单因素方差分析结果, 使用 SPSS 采用最小显著差别(least significant difference, LSD)检验不同分区面积之间小麦质量指标的差异性, 并将多重比较检验结果的差异性 *P* 进行整理, A 仓 a 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验结果见表 6、A 仓 b 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验结果见表 7、B 仓 c 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验结果见表 8。

表 5 不同扦样区域不同分区面积内小麦容重水分的单因素方差分析结果

Table 5 Results of one-way variance analysis of wheat bulk density and water content in different cutting sample areas and different subareas							
扦样区域	质量指标		平方和	df	均方	<i>F</i>	<i>P</i>
A 仓 a 区域	容重	组间	412.294	7	58.899	2.763	0.023
		组内	682.200	32	21.319		
		总计	1094.494	39			
	水分	组间	2.504	7	0.358	3.528	0.006
		组内	3.245	32	0.101		
		总计	5.749	39			
A 仓 b 区域	容重	组间	1968.494	7	281.213	7.276	0.000
		组内	1236.700	32	38.647		
		总计	3205.194	39			
	水分	组间	3.491	7	0.499	3.644	0.005
		组内	4.380	32	0.137		
		总计	7.871	39			
B 仓 c 区域	容重	组间	2475.000	7	353.571	8.850	0.000
		组内	1278.500	32	39.953		
		总计	3753.500	39			
	水分	组间	5.577	7	0.797	5.171	0.001
		组内	4.930	32	0.154		
		总计	10.507	39			

注: *F*>0.05, *P*<0.05 代表具有统计学意义。

表 6 A 仓 a 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验									
Table 6 Multiple comparison test of wheat bulk weight water content between different subareas in a area of warehouse A									
	分区面积/m ²	50	100	150	200	250	300	350	400
容重	50	1							
	100	0.542	1						
	150	0.191	0.477	1					
	200	0.380	0.786	0.659	1				
	250	0.345	0.734	0.709	0.946	1			
	300	0.004	0.016	0.079	0.031	0.036	1		
	350	0.011	0.045	0.180	0.079	0.090	0.659	1	
	400	0.008	0.033	0.142	0.060	0.069	0.760	0.892	1
水分	50	1							
	100	0.224	1						
	150	0.189	0.922	1					
	200	0.262	0.922	0.844	1				
	250	0.062	0.492	0.555	0.433	1			
	300	0.083	0.589	0.658	0.523	0.883	1		
	350	0.001	0.016	0.021	0.013	0.075	0.056	1	
	400	0.000	0.013	0.016	0.010	0.062	0.045	0.922	1

注: $P<0.05$ 代表具有显著性差异, 下同。

表 7 A 仓 b 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验									
Table 7 Multiple comparison test of wheat bulk weight water content between different subareas in b area of warehouse A									
	分区面积/m ²	50	100	150	200	250	300	350	400
容重	50	1							
	100	0.900	1						
	150	0.687	0.781	1					
	200	0.422	0.497	0.687	1				
	250	0.131	0.103	0.059	0.024	1			
	300	0.001	0.001	0.000	0.000	0.040	1		
	350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.840	1	
	400	0.012	0.009	0.004	0.001	0.271	0.317	0.231	1
水分	50	1							
	100	0.832	1						
	150	0.932	0.899	1					
	200	0.354	0.257	0.313	1				
	250	0.582	0.735	0.641	0.145	1			
	300	0.423	0.554	0.473	0.089	0.799	1		
	350	0.009	0.015	0.011	0.001	0.033	0.058	1	
	400	0.007	0.012	0.009	0.001	0.028	0.048	0.932	1

表 8 B 仓 c 区域内不同分区面积间小麦容重水分的多重比较检验									
Table 8 Multiple comparison test of wheat bulk weight water content between different subareas in c area of warehouse B									
	分区面积/m ²	50	100	150	200	250	300	350	400
容重	50	1							
	100	0.603	1						
	150	0.747	0.843	1					
	200	0.337	0.656	0.520	1				
	250	0.349	0.674	0.536	0.980	1			
	300	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	1		
	350	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.823	1	
	400	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.960	0.785	1

表 8(续)

分区面积/m ²	50	100	150	200	250	300	350	400
50	1							
100	0.108	1						
150	0.577	0.285	1					
200	0.811	0.168	0.749	1				
250	0.450	0.382	0.842	0.604	1			
300	0.498	0.341	0.905	0.661	0.936	1		
350	0.018	0.000	0.004	0.010	0.003	0.003	1	
400	0.008	0.000	0.002	0.004	0.001	0.001	0.749	1

由表 6、7、8 可知,就 3 处区域内不同分区面积间小麦容重的多重比较检验而言,与 50 m²时的扦样结果相比,分区面积不超过 250 m²时显著性 *P* 均大于 0.05,说明无显著性差异,不低于 300 m²时显著性 *P* 均小于 0.05,说明有显著性差异;与 250 m²时的扦样结果相比,分区面积小于 250 m²时除 b 区域 200 m²之外均无显著性差异;与 300 m²时的扦样结果相比,分区面积小于 300 m²时除 a 区域 150 m²之外均有显著性差异,表明小麦容重在分区面积不超过 250 m²时的扦样结果无显著性差异。因此,以小麦容重为判断指标时,最佳分区面积约为 250 m²。

就 3 处区域内不同分区面积间小麦水分的多重比较检验而言,与 50 m²时的扦样结果相比,分区面积不超过 300 m²时显著性 *P* 均大于 0.05,说明无显著性差异,不低于 350 m²时显著性 *P* 均小于 0.05,说明有显著性差异;与 300 m²时的扦样结果相比,分区面积小于 300 m²时均无显著性差异;与 350 m²时的扦样结果相比,分区面积小于 350 m²时除 a 区域 250、300 m²、b 区域 300 m²之外均有显著性差异,表明小麦水分在分区面积不超过 300 m²时的扦样结果无显著性差异。因此,以小麦水分作为判断指标时,最佳分区面积约为 300 m²。

综合来讲,同时以小麦容重、水分指标为判断标准时,最佳分区面积范围为 250~300 m²。依据多重比较检验结果 3 处区域确定的分区面积范围相同,说明本研究可适用于不同仓房、仓房的不同位置。

3 结 论

使用 SPSS 通过单样本 *t* 检验可得出,分区面积为 50 m² 时,五处扦样点的扦样结果与混合样品无显著性差异,说明选取一个扦样点即可反映 50 m² 内的小麦质量状况,分区面积大于 50 m² 时,各个扦样点的扦样结果与混合样品有显著差异,有必要对小麦质量指标与不同分区面积间的关系进行研究,探索最佳分区面积;3 处平行实验的检验结果具有一致性,说明本研究可适用于不同仓房、仓房不同位置。

使用 SPSS 进行单因素方差分析,通过方差齐性检验可得出,3 处区域不同分区面积内的容重、水分均可进行单因素方差分析。通过 LSD 多重比较检验可得出,以小麦容重为判断指标时,最佳分区面积约为 250 m²;以小麦水分

为判断指标时,最佳分区面积约为 300 m²。综合来看,制定扦样方案时最佳分区面积范围为 250~300 m²,扦样后可合理有效地反映粮仓内的小麦质量状况。

参考文献

[1] 雷雅雯,王建忠. 河北省小麦生产成本收益分析[J]. 合作经济与科技, 2019, (18): 10–12.
LEI YW, WANG JZ. Cost benefit analysis of wheat production in Hebei Province [J]. Co-op Econ Sci, 2019, (18): 10–12.

[2] 靳祖训. 中国粮食储藏科学技术成就与理念创新[J]. 粮油食品科技, 2011, 19(1): 1–5.
JIN ZX. Scientific and technological achievements and conceptual innovation of grain storage in China [J]. Sci Technol Cere Oils Foods, 2011, 19(1): 1–5.

[3] 方玖根. 不同粮仓散装稻谷扦样分样法的探讨[J]. 粮油与饲料科技, 2020, (3): 19–20.
FANG JG. Discussion on the method of cutting and dividing bulk rice samples in different granaries [J]. Grain Oil Feed Technol, 2020, (3): 19–20.

[4] 刘诗慧. 河南省小麦种子质量检测结果分析及建议[J]. 河南农业, 2020, (13): 58.
LIU SH. Analysis and suggestion of wheat seed quality inspection results in Henan Province [J]. Agric Henan, 2020, (13): 58.

[5] 石晓敏. 粮油检测数据科学性和准确性的分析[J]. 粮食科技与经济, 2019, 44(11): 76–77.
SHI XM. Analysis of scientificity and accuracy of grain and oil detection data [J]. Grain Sci Technol Econ, 2019, 44(11): 76–77.

[6] 战海枫. 试析 GB 5491—1985《粮食、油料检验扦样、分样法》[J]. 科学技术创新, 2011, (2): 241.
ZHAN HF. Analysis of GB 5491—1985 cutting and sampling method for grain and oil inspection [J]. Sci Technol Innov, 2011, (2): 241.

[7] 朱贞映,管平,许建华,等. 房式仓散装粮扦样方法关键节点的优化探讨[J]. 粮油仓储科技通讯, 2021, 37(5): 54–56.
ZHU ZY, GUAN P, XU JH, et al. Optimization of key nodes of bulk grain cutting method in room warehouse [J]. Grain Oil Storage Technol Newsl, 2021, 37(5): 54–56.

[8] 茆玮. 仓内粮食扦样机的设计与试验[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2021.
MAO W. Design and test of grain cutting prototype in warehouse [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2021.

[9] 杨敬君,张贺松,刘跃华,等. 大型粮仓深层粮食扦样器设计与使用[J]. 粮食与饲料工业, 2021, (1): 13–16.
YANG JJ, ZHANG HS, LIU YH, et al. Design and application of deep grain sampler in large granary [J]. Cere Feed Ind, 2021, (1): 13–16.

- [10] 丁江涛. 粮食仓储设备在使用管理中的问题与对策[J]. 粮食与食品工业, 2018, 25(5): 52–54, 58.
DING JT. Problems and countermeasures of grain storage equipment in use management [J]. Cere Food Ind, 2018, 25(5): 52–54, 58.
- [11] QUIRINO JR, RESENDE O, FONSECA NN, *et al.* Comparison of equipment for grain sampling [J]. Rev Bras Eng Agric Amb, 2019, 23(3): 209–214.
- [12] 闫圣翰, 杨立新, 于浩达. 散粮卸船采样系统改造[J]. 港口装卸, 2018, (2): 33–34.
YAN SH, YANG LX, YU HD. Transformation of the sampling system of unloading for bulk grain [J]. Port Oper, 2018, (2): 33–34.
- [13] NEVZOROV VN, YANOVA MA, CHEPELEV NI. The assessment of technical level and the trends in the development of new areas for the development of equipment for grain sampling [J]. Bull KSAU, 2020, (12): 195–200.
- [14] BELETSKIY SL, GURYEVA KB, HABA NA. Methodological aspects of introspective study by X-ray analysis of internal defects of food grain during storage [C]. 7th International Conference on X-Ray, Electrovacuum and Biomedical Technique, 2021.
- [15] 中国不同储粮生态区域储粮工艺研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2014.
Study on grain storage technology in different ecological regions of grain storage in China [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2014.
- [16] 李道军. 粮食检验的必要性及影响因素分析[J]. 农业开发与装备, 2018, (2): 145, 163.
LI DJ. Analysis on the necessity and influencing factors of grain inspection [J]. Agric Dev Equip, 2018, (2): 145, 163.
- [17] 刘奕, 王梅, 王小庆, 等. 粮库优质稻谷扦样检验工作探讨[J]. 粮油仓储科技通讯, 2020, 36(4): 42–44.
LIU Y, WANG M, WANG XQ, *et al.* Discussion on cutting sample inspection of high quality rice in grain depot [J]. Grain Oil Storage Technol Newsl, 2020, 36(4): 42–44.
- [18] 吴元鼎, 杨雪勤. 不完善粒类型对小麦容重的影响[J]. 食品界, 2020, (9): 123–124.
WU YD, YANG XQ. Effects of imperfect grain types on bulk density of wheat [J]. Food Ind, 2020, (9): 123–124.
- [19] SHEN Y, ZHAO C, LI B, *et al.* Determination of wheat moisture using terahertz spectroscopy combined with tabu search algorithm [J]. Anal Methods, 2021, 13(36): 4120–4130.
- [20] 孙大明, 宦克为. 基于 BOSS 的小麦水分近红外光谱分析方法研究[J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2020, 43(5): 1–6.
SUN DM, HUAN KW. Study on near infrared spectroscopy analysis method of wheat moisture based on boss [J]. J Changchun Univ Sci Technol (Nat Sci Ed), 2020, 43(5): 1–6.
- [21] CHIPUTULA J, AJAYI E, BUCKLIN R, *et al.* Effects of moisture content and compaction pressure on bulk density of rye [J]. Appl Eng Agric, 2021, 37(3): 491–494.
- [22] ZHANG Q. Advances in the study of molecular genetics of grain hardness in wheat [J]. Asian Agric Res, 2020, 12(4): 52–54, 59.
- [23] 吴存荣, 唐道五, 虞泓, 等. 小麦硬度指数测定技术研究现状及应用前景[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2008, 29(2): 78–81.
WU CR, TANG DW, YU H, *et al.* Research status and application prospect of wheat hardness index measurement technology [J]. J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed), 2008, 29(2): 78–81.
- [24] 赵艳妍, 张玉荣, 高源, 等. 陕西省小麦储藏期间质量指标变化分析研究[J]. 粮食储藏, 2020, 49(6): 42–46.
ZHAO YY, ZHANG YR, GAO Y, *et al.* Analysis and study on the changes of quality indexes of wheat during storage in Shaanxi Province [J]. Grain Storage, 2020, 49(6): 42–46.
- [25] CAO S. Imperfect wheat grain recognition combined with an attention mechanism and residual network [J]. Appl Sci-Basel, 2021. DOI: 10.3390/app11115139
- [26] 邵亮亮, 宁晖, 赵美凤, 等. 快速谷物分析仪测定小麦水分和容重的适用性验证[J]. 粮食储藏, 2018, 47(6): 45–50.
SHAO LL, NING H, ZHAO MF, *et al.* Applicability verification of rapid grain analyzer for measuring moisture and bulk density of wheat [J]. Grain Storage, 2018, 47(6): 45–50.
- [27] 高艺祥, 杨民红, 李兰会, 等. 独立样本 *t* 检验的 Excel 和 SPSS 分析[J]. 畜牧与饲料科学, 2018, 39(10): 79–82.
GAO YX, YANG MH, LI LH, *et al.* Excel and SPSS analysis of independent sample *t*-test [J]. Anim Husb Feed Sci, 2018, 39(10): 79–82.
- [28] LIU Q, WANG L. *t*-Test and ANOVA for data with ceiling and/or floor effects [J]. Behav Res Methods, 2021, 53(1): 264–277.
- [29] 周蓉, 伍宁杰. 单因素方差分析在专业认同研究中的应用[J]. 经济研究导刊, 2019, 27(4): 133–134.
ZHOU R, WU NJ. Application of one-way ANOVA in professional identity research [J]. Econ Res Guide, 2019, 27(4): 133–134.
- [30] 刘浩, 史雨梅, 余晓美, 等. 基于 SPSS 单因素方差分析在专业认同研究中的应用[J]. 经济研究导刊, 2020, (5): 71–73.
LIU H, SHI YM, YU XM, *et al.* Application of one-way ANOVA based on SPSS in professional identity research [J]. Econ Res Guide, 2020, (5): 71–73.
- [31] QUIRK TJ, QUIRK MH, HORTON HF. One-way analysis of variance (ANOVA) [J]. Excel 2019 Phy Sci Stat, 2021, (3): 167–184.
- [32] 白永昕, 田茂再. 基于多重比较检验的函数型数据方差分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(10): 62–65.
BAI YX, TIAN MZ. Functional analysis of variance based on multiple comparison test [J]. Stat Decis, 2018, 34(10): 62–65.
- [33] GURVICH V, NAUMOVA M. Logical contradictions in the One-way ANOVA and Tukey-Kramer multiple comparisons tests with more than two groups of observations [J]. Nature, 2021, 13(8): 2–16.

(责任编辑: 张晓寒 韩晓红)

作者简介



张玉荣, 硕士, 教授, 主要研究方向为粮油品质检验与控制。

E-mail: yurongzh@163.com

祝方清, 副教授, 主要研究方向为粮油品质检验与控制。

E-mail: 525990682@qq.com