

酿造用稻壳的研究现状及发展趋势

Research status and development tendency of liquor-making rice husk

杨贝贝¹ 余有贵¹ 曾豪¹ 杨丽¹ 郭晶莹¹ 杨志龙²

YANG Bei-bei¹ YU You-gui¹ ZENG Hao¹ YANG Li¹ GUO Jing-ying¹ YANG Zhi-long²

(1. 邵阳学院生物与化学工程系, 湖南 邵阳 422000; 2. 湖南湘窖酒业有限公司, 湖南 邵阳 422000)

(1. Department of Biology and Chemistry, Shaoyang University, Shaoyang, Hunan 422000, China;

2. Hunan Xiang Jiao Liquor Co., Ltd., Shaoyang, Hunan 422000, China)

摘要:文章主要介绍酿酒用稻壳的基本特性、稻壳与酿酒的关系、酿酒用稻壳的回收再利用等研究现状,并提出从全面分析酿酒用稻壳的物理特性、筛选最适酿酒用稻壳的新品种、创新酿酒用稻壳的预处理方式 3 个方面开展深入研究,进一步提高酒质。为今后的相关研究提供一些新思路,以促进酿酒产业朝着生态酿酒的方向发展。

关键词:白酒;稻壳;特性;酒质;生态酿酒

Abstract: The basic characteristics and recycling of liquor-making rice husk and relationship between rice husk and liquor-making were introduced mainly. The in-depth studies of liquor-making rice husk can be further improved the quality of new spirit from three aspects that include the total analysis of the physical property, the optimal selection of new varieties, and the innovation of the pretreatment methods. The purpose is to provide some new ideas for future related research, and promote the development of the wine industry in the direction of ecological liquor-making.

Keywords: liquor; rice husk; property; quality of new spirit; ecological liquor-making

水稻是亚洲和太平洋地区的主要饮食来源,美国农业部 2014 年发布的供需报告^[1] 预计,2014/2015 年全球大米产量为 4.956 亿 t。据统计^[2],2014 年中国稻谷产量 2.064 亿 t,约占全球产量的 43%。而稻壳是水稻的主要副产物,根据稻壳约占谷籽粒重量的 20% 的比例^[3] 计算,中国稻壳年产量在 4 100 万 t 左右。稻壳的利用途径较多,是一种产量大、产区广且价廉的可再生资源。

中国白酒属于世界六大著名蒸馏酒之一。根据中商产业研究院数据库(AskCIData)的数据^[4] 显示,2014 年中国白

酒产量达到了 1.257×10^{10} L,其中浓香型白酒约占白酒市场份额的 70%。在固态法生产浓香型白酒中,影响酒质的因素有原料、酒曲、窖池、生产工艺等^[5-12],稻壳的用量占投料的 18%~22%^[13],因此稻壳的质量直接影响着白酒的品质。

1 稻壳的基本特性

1.1 稻壳的形态结构

稻壳主要由外颖、内颖、下护颖、上护颖和小穗轴组成。内颖比外颖略短,外颖的顶部生长着鬃毛状的毛,稻壳长 5~10 mm、宽 2.5~5.0 mm、厚 23~30 μm ^[14]。

1.2 稻壳的物理特性

稻壳一般呈黄色和金黄色,也有呈黄褐色和棕红色等。密度特点是稻壳的主要物理特性,稻壳的不同密度值见表 1^{[15][16]}。

表 1 稻壳的主要物理特性

Table 1 The main physical properties of rice husk

kg/m ³				
自然堆积密度	捣实密度	堆积密度	粉碎堆积密度	真实密度
100	160	96~160	384~400	500

1.3 稻壳的化学成分

稻壳的化学成分主要由纤维素、木质素、五碳糖聚合物和灰分组成,还含有少量的蛋白质、脂肪,这些成分含量会因稻谷的品种、生长的地区以及气候的差异而变化,各组成成分见表 2^[16]。稻壳灰分中含有 90% 左右的 SiO₂^[17],少量以盐或金属氧化物形式存在的金属元素,各金属成分含量见表 3^{[15]1-2[18]}。

表 2 稻壳的化学组成

Table 2 The chemical composition of rice husk %

粗纤维	灰分	木质素	多缩戊糖	粗蛋白	脂肪
35.5~45.0	11.4~22.0	21~26	16~21	2.5~5.0	0.7~1.3

基金项目:邵阳市科技计划项目(编号:2014NK06);邵阳学院硕士研究生科研创新项目(编号:cx2015sy001);2016 湖南省自然科学基金(黄水预处理酿酒用稻壳的糠醛生成规律与酿酒品质)

作者简介:杨贝贝,女,邵阳学院在读硕士研究生。

通讯作者:余有贵(1964-),男,邵阳学院教授,博士。

E-mail: yufly225@163.com

收稿日期:2015-11-07

表3 稻壳灰分中各金属的含量(干基)

Table 3 The content of each metal in rice husk ash(w, t)

元素	含量	元素	含量
K	0.79	Al	0.24
Na	0.28	Cu	0.007 2
Ca	5.46	Mn	0.069
Mg	1.03	Zn	0.090
Fe	0.23	Ti	0.001 6

2 稻壳在大曲酒酿造中的应用研究现状

2.1 稻壳在酿酒过程中的功能作用

在传统的固态白酒发酵中,稻壳是优良的辅料。它的积极作用主要有:①对糟醅起疏松作用,使酒醅能保持一定的含氧量和疏松度,增大接触界面,促进糖化发酵、蒸煮蒸馏等工艺顺利进行^[16];②对糟醅起调节浓度作用,调剂糟醅的淀粉浓度、酸度、水分含量,有利于酒醅的正常升温,提高出酒率和酒质^{[19] 25-26 [20] 253-254]}。但稻壳本身的气体成分和使用过程中产生的化学成分也会给酒质带来负面影响,如何降低这种负面影响已引起了业界越来越多的重视。

2.2 稻壳成分与酿酒品质的关系

2.2.1 稻壳中 SiO₂ 与酿酒的关系 稻壳中 SiO₂ 的含量约有 20%^[21-22], SiO₂ 是细胞壁的主要成分,从稻壳的内皮层到外表皮其含量呈逐级递增的趋势。SiO₂ 在稻壳中起骨架作用呈网络状排列,纤维素和木质素填充在网格中^{[15]3}, SiO₂ 与木质素多以共价键的形式连接^{[23]5-7}。因此,稻壳有硬度大、韧性强、性质稳定的物理特性,在酿酒过程中,经过长时间的发酵,仍能够保持这一物理特性,为参与糖化、发酵的好氧微生物和兼性好氧微生物的生长繁殖以及代谢产物的积累提供了有利条件,能促进出酒率的提高和酒中香味成分的积累。在蒸馏取酒的过程中,增加酒醅的疏松度,有利于蒸汽的均匀穿透,通过雾沫夹带作用促进提香,提高酒质。

2.2.2 稻壳中多缩戊糖与酿酒的关系 稻壳中含有 16%~21% 的多缩戊糖,多缩戊糖水解除脱水缩合生成一定量的糠醛(图 1)^[24-26]。糠醛是一种在空气中能够快速变成黄棕色液体的中等毒性物质,人吸入的最小中毒剂量是 5×10⁻⁵ kg/L,经口最小致死量是 500 mg/kg,因此世界卫生组织曾经把糠醛列为禁止添加到食品中的添加剂,糠醛对人的身体健康有一定的不良影响^[27]。浓香型大曲酒生产过程中,有两种减少稻壳产生糠醛的方式:①配料之前对稻壳清蒸处理,将杂质气体成分和糠醛随蒸汽排走;②酒醅固态蒸馏取酒时采取掐头去尾,从而减少入库存新酒的糠醛含量。然而,这些措施基本上是凭经验的粗陋方式,没有达到精细的一个量化操作标准,新酒中还残留着糠醛和稻壳的其它化学成分,

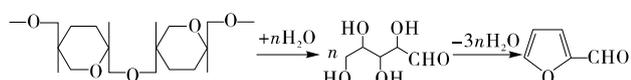


图1 糠醛生成机理

Figure 1 Generation mechanism of furfural

给白酒带来糠腥味。因此,无论是从白酒酒质的角度,还是从身体健康、企业的长远发展角度来看应该尽可能的降低糠醛的含量^[28-31]。

2.3 稻壳品种的筛选

酿酒过程中所用的辅料稻壳的质量高低主要取决于水稻品种,中国地域广,水稻品种众多,种植在长江流域、华南地区、西南地区 and 北方地区的水稻品种在稻壳的物理性质上存在差异^[32]。因此,需要筛选出更加适宜酿酒用辅料稻壳的优质水稻品种,从源头上严把酿酒用辅料稻壳的质量关。江学海等^[33]对贵州地区的 5 个杂交籼稻(黔优 388、香两优 875、金优 785、奇优 894、竹优 7 号)进行品种筛选,以与白酒质量密切相关的容重、完整率等物理因素(见表 4)为研究指标,结果表明黔优 388 和金优 785 两个品种具有容重小而完整率高的特点,从 5 个籼稻中确定黔优 388、金优 785 更适于用作酿酒辅料。

表4 不同品种稻壳的容重与完整率[†]

Table 4 Bulk density and integrity of different rice varieties

品种	容重/(g·cm ⁻³)	完整率/%
竹优 7 号	0.103	90.4
香两优 875	0.095	89.9
奇优 894	0.096	90.8
金优 785	0.091	91.2
黔优 388	0.088	92.8
对照组	0.105	87.9

† 对照组:酿酒生产企业提供的稻壳;稻壳容重越小,稻壳完整率越高,越有利于酿酒。

2.4 稻壳的预处理方式

浓香型大曲白酒生产中,对辅料稻壳的要求为新鲜、无霉变、无异味,含水量不得超过 12%,破碎至 2~4 瓣最佳,其中的杂物不得高于 0.2%^{[19] 26 [20] 255-257]}。由于辅料稻壳杂质较重,且含有大量杂菌,因此使用之前需清蒸处理^[34],清蒸时间由最初的 30 min 增加到现在的 50 min 左右。然而,这种预处理方式并没有达到较好的效果,在传统的酿酒生产中稻壳含有哪些气体成分并不知晓。于是,叶夏华等^[35]采取蒸馏萃取法和固相微萃取法联用研究酿酒用糠壳的挥发性气味成分,经 GC-MS 检出糠壳气味成分共有 175 种,包括烃类 14 种、醇类 11 种、醛类 16 种、酸类 4 种、酮类 13 种、酯类 11 种、苯类 30 种、其它类 33 种和未知物 43 种,糠壳成分由蒸馏前的 175 种降到蒸馏后的 41 种,糠醛的气味峰面积由蒸馏前的 73 854 218 降到了蒸馏后的 5 918 450。该研究结果可为白酒中糠味异杂味的控制提供一定的参考。

2.5 酿酒用稻壳的回收再利用

2.5.1 继续用于酿酒辅料 本着节约资源的原则,减少环境污染的宗旨,贯彻可行性发展的理念,建设环境友好型社会的责任。资源的循环利用是亟待解决的问题,早在 1994 年,安登第等^[36]曾提出稻壳在一次酿酒生产后是否可以再利用的设想,因为在酿造过程中,稻壳并未参与生物的发

收稻壳的完整率优于原生稻壳,用于酿酒不会影响酒的产量和质量,可提高酒厂的经济效益。另外,吴忠会等^[37]在研究白酒丢糟零排放的工艺时,用酸浸提酒糟和调节 pH 收集沉淀菲汀,同时分离出了干净的稻壳,实现了稻壳的回收利用。

2.5.2 制作生物质环保型燃料 随着不可再生能源物质煤、石油等资源的减少,开发出成本较低、污染环境少的清洁能源是解决能源问题的重要途径之一。而生物质环保型燃料是一种发热量大、燃烧纯度高、环保、灰烬可回收利用的新型燃料,通过对可持续能源稻壳的预处理、炭化、燃烧等特点分析,证明稻壳是最佳能源之一^[38-40]。丢糟是白酒酿造的副产物,在干燥的丢糟中稻壳的含量占 60%~65%,是一种潜在的生物质能源。张磊等^[41-42]对酒糟的干燥方法进行了探讨,得出了生石灰中和、烟道气干燥和旋风干燥机干燥的三级干燥新工艺。刘旭等^[43]以丢糟为原料,在 200 °C、100 MPa 的条件下研制出高效、节能、环保且能够代替煤炭、石油、化工原料等的生物质燃料。这些研究对可持续发展和保护生态环境有着重要意义,有利于推动行业朝生态酿酒方向发展。

3 发展趋势

从以上研究现状可以得出,白酒酿造中稻壳的发展趋势有以下几点。

(1) 全面分析酿酒用稻壳的物理特性。在白酒酿造这一领域中,现在多数研究者是在稻壳本身的色泽、容重、堆积密度、含水量、组织结构及蒸煮气味成分等方面做出了相应的分析。但是对酿酒中辅料稻壳的吸水率、膨胀率、硬度等的研究也相当重要,这直接关系到稻壳所能调节的酒醅含水量和含氧量,关系到好氧和兼性好氧微生物的生长情况、出酒率和呈香呈味物质的代谢。

(2) 筛选最适酿酒用稻壳的新品种。稻壳品种的筛选范围较窄,未形成规模,目前研究者主要是以贵州地区的稻壳为主要对象,而中国的白酒主要产地除贵州外,还有四川、河南、山东、安徽、湖北等。所以扩大稻壳品种的研究范围,选出各地白酒酿造所需稻壳,是保证白酒质量的又一举措。

(3) 创新酿酒用稻壳的预处理方式。在白酒酿造工艺中,稻壳要求清蒸,目的是除去异味和杂菌,其中的异味主要是稻壳的糠味。清蒸只能除去部分糠味,先使用酸、碱浸泡再与清蒸相结合预处理酿酒用稻壳,是目前除去糠味比较好的途径。因为在酸性环境中多缩戊糖分解成戊糖的分解率以及戊糖的脱水环化生成糠醛的量将有一个很大的提高,然后通过清蒸能更有效地去除糠腥味。

参考文献

[1] 王一诺. 2014/15 年度世界谷物生产、消费和贸易[J]. 黑龙江粮食, 2015(1): 27-29.

[2] 刘菁. 国家统计局发布 2014 年粮食产量公告[EB/OL]. (2014-12-05) [2015-09-20]. http://www.farmer.com.cn/xwpd/rd-jj1/201412/t20141205_999308.htm.

[3] 王红彦, 王道龙, 李建政, 等. 中国稻壳资源量估算及其开发利用[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(1): 298-300.

[4] Chen Peng. 2014 年中国白酒产量统计分析[EB/OL]. (2015-02-05) [2015-09-20]. <http://www.askci.com/news/chanye/2015/02/05/143428xe9k.shtml>.

[5] 余有贵, 张文武, 曹乐, 等. 老化窖池与常规窖池的窖泥特性与发酵性能比较[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 2-5.

[6] 余有贵, 李侦, 熊翔, 等. 窖泥微生物的主要特征[J]. 食品科学, 2009, 31(21): 258-261.

[7] 余有贵, 罗俊, 熊翔, 等. 浓香型白酒主要发酵产物生成与微生物类群的动态变化[J]. 食品科学, 2012, 33(1): 170-173.

[8] 余有贵, 李忠海, 李娟, 等. 丢糟添加量对机压包包曲品质的动态影响[J]. 食品科学, 2011, 32(21): 20-23.

[9] 任飞, 张晓宇. 浓香型大曲糖化动力学研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 42-44.

[10] 黄来军, 胡健良, 麦文勇. 酒的金属外包装[J]. 食品与机械, 2002(4): 36-37.

[11] 孙夏冰, 王松涛, 陆震霞, 等. 浓香型大曲窖泥中挥发性化合物的测定与分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 54-58.

[12] 王晓霞. 气相色谱技术在提高酒鬼酒优级品率中的应用[J]. 食品与机械, 2002(4): 28-30.

[13] 李大和. 白酒酿造工教程[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 112-150.

[14] Cham Pagne E T. Rice: Chemistry and technology[M]. Third Edition. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists Inc, 2004: 93-108.

[15] 任素霞. 稻壳资源的综合利用研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2009.

[16] 刘绪, 张华玲, 常少健, 等. 白酒酿造中稻壳功能的探讨[J]. 酿酒科技, 2015(5): 21-25.

[17] 姜信辉. 稻壳灰的应用研究[D]. 黑龙江: 哈尔滨工业大学, 2010: 5-14.

[18] 余君. 不同预处理工艺对稻壳纤维素酶酶解效果的影响[D]. 湖北: 华中农业大学, 2008: 13-34.

[19] 张文学, 赖登辉, 余有贵. 中国酒概述[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.

[20] 沈怡方. 白酒生产技术全书[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.

[21] Jin Yan-qiao, Cheng Xian-su, Zheng Zuan-bin. Preparation and characterization of phenol-formaldehyde adhesives modified with enzymatic hydrolysis lignin[J]. Bioresource Technology, 2010, 101(6): 2 046-2 048.

[22] Qu Yu-ning, Tian Yu-mei, Zou Bo, et al. A novel mesoporous lignin/silica hybrid form rice husk produced by a sol-gel method[J]. Bioresource Technology, 2010, 101(21): 8 402-8 405.

[23] 张宏喜. 稻壳主要组分的分离与应用基础研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2011.

[24] Gross A S, Chu Jhih-wei. On the molecular origins of biomass recalcitrance: The interaction network and solvation structures of cellulose microfibrils[J]. J. Phys. Chem. B., 2010, 114(42): 13 333-13 341.

[25] KoksimoVIC G, Markovic Z. Investigation of the mechanism of acidic hydrolysis of cellulose[J]. Acta Agric. Serbia, 2007, 12(24): 51-57.

(下转第 225 页)

提高惩罚性赔偿金额能有效制约生产商、销售商,使其自觉遵守法律法规,确保生产及上市的转基因食品安全级别达标,保证消费者合法权益不受侵犯。给予消费者高额赔偿对弥补消费者在转基因食品消费中受到的伤害是很有必要的,是相关部门及生产商、销售商承担责任的具体表现,具有强化经济责任作用。在转基因食品整个监管过程中,不仅要提高政府管理能力,还需要使企业履行确保转基因食品食用安全性的义务,向消费者提供真实的、全面的转基因食品信息,遵守相关法律法规^[20]。

参考文献

- [1] 陈如程,李娜,樊柏林,等. BN大鼠致敏动物模型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 26(1): 14-17.
- [2] 宋鹏坤,张坚,王春荣,等. 转sFat-1基因猪肉对小鼠血常规生化及免疫指标的影响[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(2): 140-144.
- [3] 王扬,刘晓莉. 我国转基因食品安全监管问题研究[J]. 广西社会科学, 2015, 14(4): 162-167.
- [4] 卓勤. 各国转基因食品标识制度概况分析[J]. 中国食品学报, 2014, 14(8): 16-20.
- [5] 刘珊,汪会玲,冯晓莲,等. 重组人 α -乳清白蛋白潜在致敏性的生物信息学预测[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(3): 210-214.
- [6] 胡田野. 论转基因作物及食品监管的立法原则[J]. 科技与法律, 2014, 23(1): 114-127.
- [7] 秦思思. 消费者对转基因食品态度的关键影响因素分析——基于DEMATEL方法[J]. 中国商贸, 2015, 22(3): 139-141.
- [8] 张荧云. 我国转基因食品安全社会监管问题研究[J]. 食品安全导刊, 2015, 11(8): 71-71.
- [9] 马琳. 信息不对称下转基因食品消费的演化博弈分析[J]. 科技管理研究, 2013, 9(16): 202-205.
- [10] 叶专,李小丽,普永权,等. 转基因WR11稻米的脂肪酸基因表达效果[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(4): 367-371.
- [11] 王冀宁,周雪. 转基因食品安全监管的演化博弈分析[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(1): 13-17.
- [12] 张舒. 论我国转基因食品标识制度的完善[J]. 中原工学院学报, 2015, 26(2): 13-16.
- [13] 孟亚波. 美国对转基因食品的监管政策及其影响[J]. 国际资料信息, 2013, 4(1): 15-19.
- [14] 杜国宏,孙建新. 流通环节转基因食品安全监管途径思考[J]. 中国工商管理研究, 2012(7): 77-80.
- [15] 俞文博,顾混乾,唐春燕,等. 南京市消费者对转基因食品认知情况的研究——基于信息传递视角[J]. 中国食物与营养, 2013, 19(12): 45-47.
- [16] 陈笑芸,汪小福,周育,等. 转基因大豆深加工食品DNA鉴定技术研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(4): 156-162.
- [17] 马铭婧. 转基因食品安全国内外监管制度比较研究[J]. 法制与社会, 2014, 22(33): 58-59.
- [18] 陆旭,严艳. 国内外转基因食品安全管理现状与中国的发展对策[J]. 食品与机械, 2012, 28(4): 254-258.
- [19] 赵建春,张鹏. 转基因食品安全管理技术研究和展望[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 261-264.
- [20] 张红霞,安玉发. 食品生产企业食品安全风险来源及防范策略——基于食品安全事件的内容分析[J]. 经济问题, 2013(5): 73-76.
- (上接第204页)
- [26] HerreraA, Tellez-Luis S, Gonzalez-Cabrales J J, et al. Effect of hydrochloric acid concentration on the hydrolysis of sorghum straw at atmospheric pressure[J]. J. Food Eng., 2004, 63(1): 103-109.
- [27] Kaur Ishneet, Ni Yong-hao. A process to produce furfural and acetic acid from prehydrolysis liquor of kraft based dissolving pulp process [J]. Separation and Purification Technology, 2015, 146: 121-126.
- [28] 宋丽岩. 木糖脱水制备糠醛的工艺研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2013: 12-23.
- [29] 荣春光. 糠醛生产工艺研究及糠醛废渣的综合利用[D]. 吉林: 吉林大学, 2012: 15-39.
- [30] 逯世泽. 吉林省发展糠醛产业的环境影响分析[D]. 吉林: 东北师范大学, 2005: 1-3.
- [31] 王金山,牛风云,孙萍,等. 糠醛毒性的研究[J]. 卫生毒理学杂志, 1994, 8(3): 21-23.
- [32] 中国种植商业网. 水稻品种[DB/OL]. (2015-03-08)[2015-10-10]. <http://www.chinaseed114.com/seed/shuidao/>.
- [33] 江学海,朱速松,张大双,等. 酿酒用辅料稻壳优质品种的筛选及其栽培[J]. 贵州农业科技, 2012, 40(8): 98-100.
- [34] 李赢. 馥郁香型白酒酿造工艺研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2012: 1-15.
- [35] 叶华夏,谢正敏,练顺才,等. 酿酒用糠壳中蒸煮气味成分的研究[J]. 酿酒科技, 2015(1): 55-57.
- [36] 安登第,刘厚福,王国生,等. 回收稻壳制酒性能试验[J]. 粮食与饲料业, 1994(12): 35-37.
- [37] 吴忠会,刘清波,刘正安. 白酒丢糟“零排放”的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 201-204.
- [38] Alireza Bazargan, Majid Bazargan, Gordon McKay. Optimization of rice husk pretreatment for energy production[J]. Renewable Energy, 2015(77): 512-520.
- [39] Ramchandra Pode, Boucar Diouf, Gayatri Pode. Sustainable rural electrification using rice husk biomass energy: A case study of Cambodia[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015(44): 530-542.
- [40] Zhai Ming, Zhang Yu, Dong Peng, et al. Characteristics of rice husk char gasification with steam[J]. Fuel, 2015(158): 42-49.
- [41] 张磊,刘旭,何皎,等. 白酒丢糟干燥方法的探讨[J]. 食品与发酵科技, 2012, 48(4): 88-91.
- [42] 张磊,刘旭,刘念,等. 生物质环保型新燃料的燃烧分析[J]. 食品与发酵科技, 2012, 48(3): 78-80.
- [43] 刘旭,张磊,王超凯,等. 丢糟燃料成型条件的研究[J]. 食品与发酵科技, 2012, 48(5): 79-82.