

制浆处理方法对芹菜纸机械性能的影响*

杨传民 王心宇 寇金宝

(天津商业大学机械工程学院, 天津 300134)

【摘要】 采用机械法制浆,分析不同处理方法对芹菜纸机械性能的影响。设计了4种组合方法,在中试条件下制备了4种标样芹菜纸。利用L&W纤维分析仪提供了纤维分析报告,利用Olympus测量显微镜表征了芹菜纸的结构。纤维、结构、性能分析结果表明,4种标样芹菜纸中最高抗张强度为1.029 kN/m,最低抗张强度为0.583 kN/m,可以通过整棵打浆、分切后打浆、打浆粗细等不同处理方法得到较高抗张强度的芹菜纸。

关键词: 蔬菜纸 芹菜 制浆方法 纤维分析 结构表征 机械性能

中图分类号: TB484; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)06-0133-04

Effects of Different Pulping Conducts on Mechanical Properties of Celery Paper

Yang Chuanmin Wang Xinyu Kou Jinbao

(School of Mechanical Engineering, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract

Effects of different pulping conducts on mechanical properties of celery paper were analyzed in order to raise the tensile strength. Four kinds of combined pulping conduct were organized and four types of sample celery paper were prepared under the condition of middle scale production. Several reports of fiber analyses were given by Swedish L&W fiber tester. The structure characteristics of celery paper were presented through the photograph of Olympus microscope. Mechanical property reports were issued by authorized department. After analysis of fiber and structure as well as property, the maximum tensile strength was 1.765 times as much as the minimum among four types of sample celery paper. Therefore different mechanical pulping conducts really could raise tensile strength of celery paper.

Key words Vegetable paper, Celery, Pulping, Fiber analysis, Structure characteristics, Mechanical properties

引言

日本是较早生产蔬菜纸的国家之一,我国部分研究单位也在研发蔬菜纸^[1-8],系统研究和分析蔬菜纸的文献较少。蔬菜纸可作为休闲食品、可食性包装及其他应用。我国是蔬菜生产大国,充分利用蔬菜资源有利于农民增收和环境友好。目前,蔬菜纸作为休闲食品在国内外已出现,而作为可食性包装少见,主要原因是可食性包装蔬菜纸要满足包装

性能的要求,如抗张强度、耐破度、热封强度等尚待提高。本文重点研究在中试条件下不同制浆处理方法对芹菜纸结构及性能的影响。

1 芹菜纸的制备及纤维分析

1.1 主要工艺及设备

采用抄纸工艺:蔬菜清洗,分切,打浆后得到蔬菜浆料,经上浆过程到达均浆池与网笼,经网笼过滤后到毛布传送带上,经过真空吸水及一、二级

压榨,上缸干燥,收卷得到蔬菜纸。

主要设备:ZQS8-300S型蔬菜纸机、槽式打浆机、储浆罐等。蔬菜纸机车速小于或等于10 m/min,纸宽40 mm。

芹菜原料产自天津,每次抄纸打浆用菜量100~150 kg。

1.2 试验方案设计及实施

为了保证蔬菜纸的可食性,采用机械法制浆,不添加任何助剂。对于芹菜原料的制浆,可采用下列组合:①芹菜带叶打浆。②芹菜去叶打浆。③芹菜整棵打浆。④芹菜分切后打浆。⑤打浆时间和打浆机间隙调节等。由于各种组合比较多,本文采用了4种不同组合,即4种不同制浆处理方法,抄取芹菜纸并进行比较。4种不同组合均采用芹菜带叶打浆:①整棵芹菜打浆成较粗浆料。②整棵芹菜打浆成较细浆料。③芹菜分切(长3~4 cm)后打浆成较粗浆

料。④芹菜分切(长3~4 cm)后打浆成较细浆料。利用上述工艺与设备制备4种标样芹菜纸,前提条件是在相同的或相近的车速、压榨力、温度等工艺条件下抄纸。将上述4种浆料样本和对应的芹菜纸分别命名为S1、S2、S3、S4。

1.3 芹菜浆料的纤维分析

为了较为准确地掌握打浆的程度,将4种不同制浆处理的浆料样本利用瑞典 Lorentzen & Wettre 纤维分析仪进行分析,仅列举了部分相关数据如图1所示。图1表明了4个样本纤维的长度和宽度的分布情况,曲线密集的地方表示该区域所示长度和宽度的纤维比较集中。4个样本中被测纤维数分别为6 884、7 078、4 040、6 404个;纤维的平均长度分别为1.450、1.431、3.056、0.791 mm;纤维的平均宽度分别为41.6、46.7、29.4、35.3 μm 。这里的宽度是纤维分析仪中的称谓,近似于纤维直径。

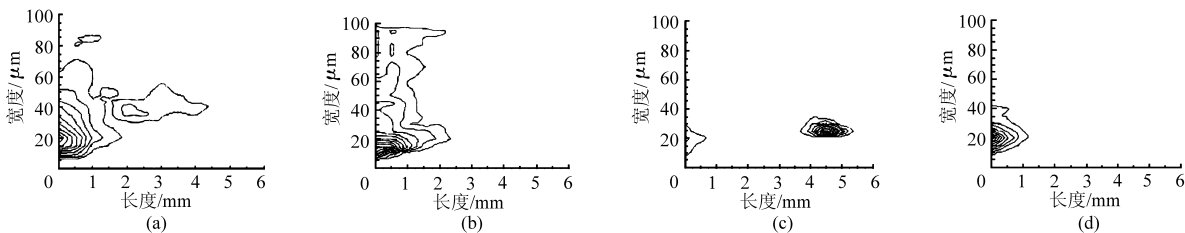


图1 纤维长宽分布图

Fig.1 Length-width distribution of fibers

(a) S1 (b) S2 (c) S3 (d) S4

由图1可以看出,分切后芹菜浆料的长、宽分布比较均匀,而整棵打浆浆料的长宽分布比较分散,这说明芹菜分切后,打浆后的纤维长、宽比较均匀,差异较小。其次,从纤维长度角度,S2比S1打浆程度细,S4比S3打浆程度细。

2 芹菜纸的显微结构分析

不同制浆处理方法影响到芹菜纸的结构及交织情况,进而影响纸的性能。利用Olympus STM6测量显微镜可观察芹菜纸中的纤维、芹菜叶片、交织重叠结构、缺陷、以及断裂的断口情况。

2.1 芹菜纸的结构表征

在反射彩色照片中,芹菜叶片呈深绿色;芹菜纤维呈浅绿色或白绿色;芹菜梗的果肉呈绿色或浅绿色。在透射彩色照片中,较薄未交织独立叶片呈浅亮绿色;叶片与其他交织呈深绿色;芹菜纤维与其他交织重叠呈深绿色或未交织呈绿色;通孔缺陷呈白色。在反射黑白打印照片中,芹菜叶片呈黑色;芹菜纤维呈白色或浅黑色;芹菜梗的果肉呈浅黑色。在透射黑白打印照片中,较薄未交织独立叶片呈浅亮黑色;叶片与其他交织呈黑色;芹菜纤维与其他交织

重叠呈黑色或未交织呈亮黑色;通孔缺陷呈白色。

按前述工艺得到的成卷芹菜纸呈绿色。图2是利用普通照相机近距离(20 cm)拍摄的芹菜纸表面,芹菜叶深绿色斑点比较均匀,纤维亮色明显,表面交织清晰可见。图3~7为显微结构照片。图3表示芹菜纤维、叶片、果肉交织重叠结构,纤维的长短和直径不等。图4左大部分表示叶片放大的结构反射,呈深绿色,叶片的微小叶脉依然可见。图5是图4同一叶片的透射,叶片未与其他物质交织部分较薄,因此呈浅绿色,黑白照片中呈浅亮黑色,叶片中含有微孔在彩色和黑白照片中均呈白色;叶片与其他纤维重叠部位呈绿色或深绿色,纤维脉络清晰。图6的中部有一个通孔缺陷呈白色,周围是较细的纤维。图7为断口的边界,显然较粗纤维未被拉断而拔出,叶片、果肉和细小纤维部位被拉断。

2.2 不同制浆处理方法对芹菜纸的结构影响

对4种标样芹菜纸的纤维、芹菜叶片、交织重叠结构、缺陷、以及断裂的断口情况分别进行了观察,由于图片过多,在此总结不同制浆处理方法对芹菜纸结构的影响如下:打浆较粗时叶片和果肉保存较多,在纸张中呈深绿色的叶片斑点较多且斑点大,因

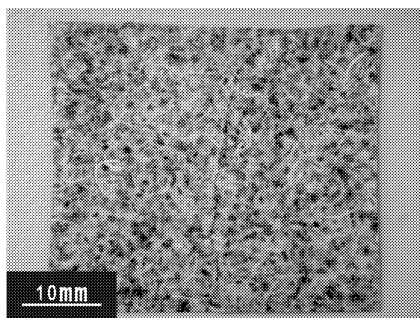


图2 近距离(20 cm)外观

Fig. 2 Surface photo at distance of 20 cm

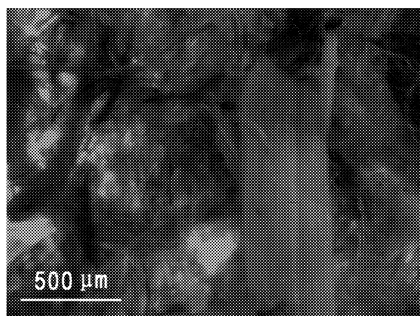


图3 交织重叠结构及纤维透射

Fig. 3 Weaving structure and fibers transmission

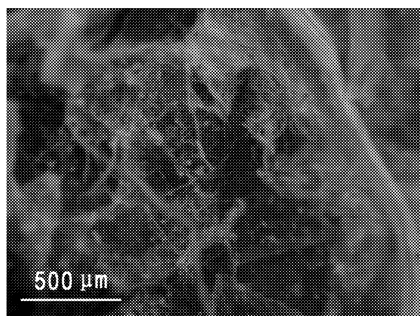


图4 叶片结构反射

Fig. 4 Leaf structure reflex

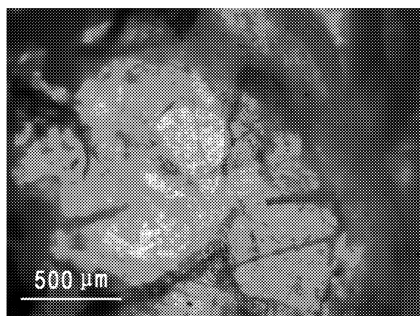


图5 叶片结构及微孔透射

Fig. 5 Micro-holes in leaf transmission

此易拉断。分切后打浆的芹菜纤维、叶片、及果肉彼此得到了兼顾,因而在结构上大小较均匀,由图 1c、1d 也得以证明。打浆较细时,果肉和叶片被打烂,微小物质随水流失,纸的得率降低,纤维量相对增加;相反,纸的得率高但强度较低。可采用循环水抄纸,保持微小果肉和叶片而保持营养和一定得率,或提取蔬菜汁。芹菜带叶打浆,叶片在结构中呈深绿

斑点,属强度薄弱环节,但省工且避免浪费。

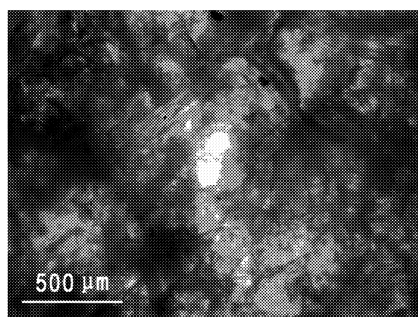


图6 通孔缺陷透射

Fig. 6 Hole defect transmission

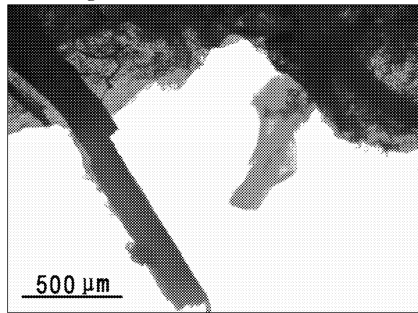


图7 断口结构透射

Fig. 7 Break edge transmission

3 芹菜纸的机械性能分析

测试采用国家标准:GB/T 451.3—2002《纸和纸板厚度的测定》、GB/T 12914—2008《纸和纸板抗张强度的测定》,经国家包装产品质量监督检验中心(天津)的检测,对4种标样芹菜纸的厚度、抗张力、抗张强度、断裂延伸率的检测结果如表1所示。所有测试物理量均采用10个测试点的平均值,10个测试点为每种标样芹菜纸取10个测试标件,测试标件的(长×宽)尺寸为80 mm×15 mm,拉伸试验机夹具夹持后夹具间距离为50 mm。各物理量的10个测试点变化情况如图8所示。

从表1可以看出,4种标样芹菜纸的平均厚度有所差异。对性能的影响可以得出以下分析结论:①4种标样芹菜纸二个方向抗张强度平均值分别为0.750、0.920、0.583、1.029 kN/m,最高和最低值相差1.765倍,表明采用不同机械制浆处理方法对芹菜纸的抗张强度有较大的影响。②不同机械制浆处理方法之间具有差异,S2比S1的抗张强度高,S4比S3的抗张强度高,表明浆料粗细对打浆的芹菜纸抗张强度有影响。原因在于打浆较粗时,叶片和果肉颗粒尺寸较大,而由图7断口情况可知,叶片和果肉是拉伸断裂的薄弱部位。③S4与S3的抗张强度差异比S2与S1的差异大,表明分切后打浆粗细对抗张强度的影响比整棵打浆粗细对抗张强度的影响的敏感性大。原因在于分切后打浆,纤维、叶片和果

表1 芹菜纸性能测试数据

Tab.1 Test datum of celery paper properties

样本代号	厚度/mm	抗张力/N		抗张强度/ $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$		断裂延伸率/%	
		纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
S1	0.241	10.4	12.1	0.693	0.807	1.4	0.7
S2	0.193	14.5	13.1	0.967	0.873	1.2	1.4
S3	0.218	10.1	7.40	0.673	0.493	0.6	0.7
S4	0.172	14.8	16.1	0.987	1.070	0.5	0.5

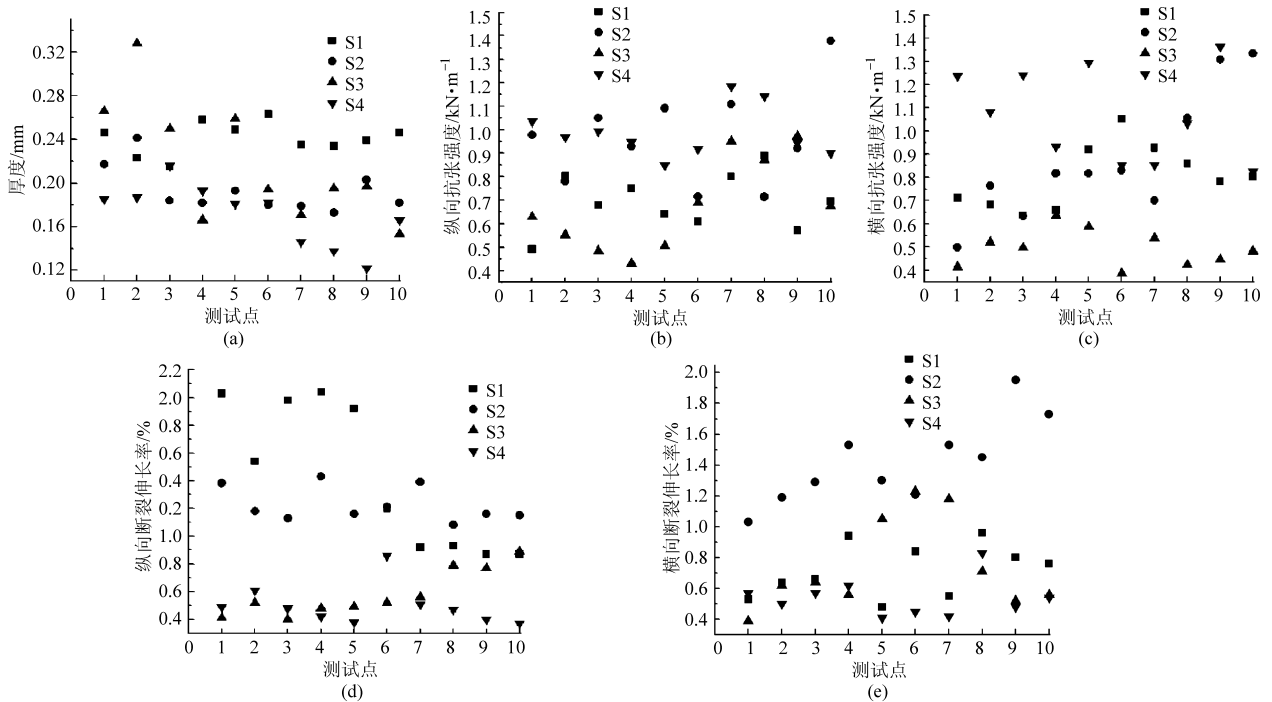


图8 各物理量的变化情况

Fig.8 Value change of each physical variable

(a) 厚度 (b) 纵向抗张强度 (c) 横向抗张强度 (d) 纵向断裂伸长率 (e) 横向断裂伸长率

肉颗粒同时变粗和变细;当整棵打浆较细时,叶片和果肉已经很细,而纤维还保持一定长度。④4种标样芹菜纸二个方向断裂延伸率平均值分别为1.05%、1.30%、0.65%、0.50%,表明整棵打浆的芹菜纸的延伸率较好。

图8a为4种标样芹菜纸10个测试点厚度的变化。从图可以看出,浆料较细的纸厚度变化较小,而标样S3的波动最大,原因之一是浆料过粗时对纸的交织厚度影响大。影响厚度变化的另一个原因是浆料上网的均匀性。

图8b、8c分别为4种标样芹菜纸纵、横抗张强度10个测试点变化情况。若将最大与最小抗张强度差值除以平均抗张强度定义为抗张强度不均匀系数,则S1、S2、S3、S44种标样芹菜纸纵向抗张强度不均匀系数分别为:0.574、0.687、0.808、0.342;横向抗张强度不均匀系数分别为:0.514、0.958、0.503、0.503。二个方向抗张强度不均匀系数平均值分别为:0.544、0.823、0.656、0.423。因此,标样S4的芹菜纸抗张强度波动较小。

图8d、8e分别为纵横向断裂延伸率10个测试点变化情况。纵向延伸率不均匀系数分别为:0.829、0.292、0.817、0.980;横向延伸率不均匀系数分别为:0.686、0.657、1.200、0.850。二个方向延伸率不均匀系数平均值分别为:0.758、0.475、1.009、0.915。因此,标样S2的芹菜纸延伸率波动较小。

影响抗张强度和断裂延伸率波动的原因在于纤维量的多少、纤维尺寸、浆料成分交织结构、松紧程度。松紧程度取决于压榨力等工艺参数;浆料成分交织结构均匀性取决于均浆和滤网抄纸的均匀性。

4 结论

(1) 芹菜带叶打浆、芹菜分切打浆、打浆粗细等均可影响芹菜纸机械性能,4种标样芹菜纸中最高与最低抗张强度相差1.765倍。

(2) 不同制浆处理方法所得芹菜纸机械性能之间有差异。打浆较粗时,纸强度低;反之,纸强度高。分切后打浆粗细对强度变化影响敏感性较强。

(下转第152页)

- Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(6):124~128. (in Chinese)
- 5 张淑娟,赵飞,王凤花,等. 基于 PDA/GPS/GIS 的田间信息采集方法与精度分析[J]. 农业机械学报, 2007, 38(8): 202~204.
- 6 刘卉,汪懋华,王跃宣,等. 基于无线传感器网络的农田土壤温湿度监测系统的设计与开发[J]. 吉林大学学报工学版, 2008(3):604~608.
Liu Hui, Wang Maohua, Wang Yuexuan, et al. Development of farmland soil moisture and temperature monitoring system based on wireless sensor network[J]. Journal of Jilin University Engineering and Technology Edition, 2008(3):604~608. (in Chinese)
- 7 蔡义华,刘刚,李莉,等. 基于无线传感器网络的农田信息采集节点设计与试验[J]. 农业工程学报, 2009, 25(4):176~178.
Cai Yihua, Liu Gang, Li Li, et al. Design and test of nodes for farmland data acquisition based on wireless sensor network[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009, 25(4):176~178. (in Chinese)
- 8 杨玮,李民赞,王秀. 农田信息传输方式现状及研究进展[J]. 农业工程学报, 2008, 24(5):297~301.
Yang Wei, Li Minzan, Wang Xiu. Status quo and progress of data transmission and communication technology in field information acquisition[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(5):297~301. (in Chinese)
- 9 Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, Greg Kroah-Hartman. Linux 设备驱动程序[M]. 第三版. 魏永明,译. 北京:中国电力出版社, 2006.
- 10 Jonathan Corbet, Alessandro Rubin, Greeg Kroach-Hartman. Linux device drivers[M]. Sebastopol, CA: O'reilly & Associates Inc., 2005.
- 11 王凤花,张淑娟. 精细农业田间信息采集关键技术的研究进展[J]. 农业机械学报, 2008, 39(5):112~121, 111.
Wang Fenghua, Zhang Shujuan. Research progress of the farming information collections key technologies on precision agriculture[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(5):112~121, 111. (in Chinese)

(上接第 136 页)

参 考 文 献

- 1 李莉,廖洪波,李景辉,等. 蔬菜纸的研究进展[J]. 粮食与食品工业, 2003(4): 22~24.
Li Li, Liao Hongbo, Li Jinghui, et al. Advances in research of vegetable paper[J]. Cereal and Food Industry, 2003(4): 22~24. (in Chinese)
- 2 李应彪,徐小琳,唐凤仙. 蔬菜纸的研制[J]. 粮油加工与食品机械, 2001(5): 33~34.
- 3 姚晓敏,殷立红. 蔬菜纸加工工艺的研究[J]. 食品科技, 2000(6): 20~23.
Yao Xiaomin, Yin Lihong. Study on the processing technology of vegetable papers[J]. Food Science and Technology, 2000(6): 20~23. (in Chinese)
- 4 徐凯,蔡召冲,张裕中. 蔬菜纸加工工艺与关键问题研究[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(1): 8~10.
Xu Kai, Cai Zhaochong, Zhang Yuzhong. The study on the processing method of vegetable paper and key factors[J]. Packaging and Food Machinery, 2003, 21(1): 8~10. (in Chinese)
- 5 陆宁,高恒景,段道富,等. 蔬菜纸加工技术参数的研究[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(1): 43~45.
- 6 郑洁,欧仕益,李爱军,等. 蔬菜纸制备技术的研究[J]. 食品与机械, 2006, 22(2): 44~46.
Zheng Jie, Ou Shiyi, Li Aijun, et al. Preparation of vegetable papers[J]. Food & Machinery, 2006, 22(2): 44~46. (in Chinese)
- 7 郑洁,欧仕益,李祖佑,等. 采用成膜技术制备蔬菜纸的研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(5): 109~111.
Zheng Jie, Ou Shiyi, Li Zuyou, et al. Vegetable paper production by edible film formation technology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(5): 109~111. (in Chinese)
- 8 汪建明,赵婷. 蔬菜纸形包材的工艺初探[J]. 食品工业, 2004(4): 34~36.
Wang Jianming, Zhao Ting. Primarily study on the technology of vegetable paper packaging material[J]. Food Industry, 2004(4): 34~36. (in Chinese)