



改性豆粕胶黏剂压制稻草板的研究

林木森 张泽宇 向万乾 冯雨珊 庞久寅

Study on Modified Soybean Meal Adhesive for Pressing Straw Board

Lin Musen, Zhang Zeyu, Xiang Wanqian, Feng Yushan, Pang Jiuyin

引用本文:

林木森, 张泽宇, 向万乾, 冯雨珊, 庞久寅. 改性豆粕胶黏剂压制稻草板的研究[J]. 西南林业大学学报, 2022, 42(6):151-157. doi: 10.11929/j.swfu.202107039

Lin Musen, Zhang Zeyu, Xiang Wanqian, Feng Yushan, Pang Jiuyin. Study on Modified Soybean Meal Adhesive for Pressing Straw Board[J]. Journal of Southwest Forestry University(Natural Science), 2022, 42(6):151-157. doi: 10.11929/j.swfu.202107039

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202107039>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

单宁-大豆蛋白胶黏剂基胶合板等离子体改性研究

Modification of Tannin-soy Based Adhesive Coordination with Plasma in Plywood

西南林业大学学报. 2017, 37(4): 199-205 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.04.029>

淀粉糠醛共缩聚木材胶黏剂的制备

Preparation of Starch-based Wood Adhesive Crosslinked by Furfural

西南林业大学学报. 2021, 41(5): 158-163 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202005015>

单宁-羟甲基糠醇胶黏剂的制备与应用

Preparation and Application of Tannin-Hydroxy Methyl Furfuryl Alcohol Adhesive

西南林业大学学报. 2018, 38(1): 185-188 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2018.01.029>

蓝藻蛋白基胶黏剂的制备与应用

Preparation and Application of Cyanobacterial Protein-based Adhesive

西南林业大学学报. 2019, 39(2): 167-172 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201812055>

基于模板印刷法的仿生超疏水木材的研制

Biomimetic Superhydrophobic Wood Based on Template Imprint

西南林业大学学报. 2018, 38(6): 187-191 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2018.06.025>

大豆蛋白基胶黏剂主要性能与表征方法动态研究

Dynamic Study on Main Properties and Characterization of Soy Protein-based Adhesives

西南林业大学学报. 2017, 37(1): 181-187 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.01.029>

DOI: 10.11929/j.swfu.202107039

引文格式: 林木森, 张泽宇, 向万乾, 等. 改性豆粕胶黏剂压制稻草板的研究 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2022, 42(6): 151-157.

改性豆粕胶黏剂压制稻草板的研究

林木森¹ 张泽宇² 向万乾² 冯雨珊² 庞久寅²

(1. 南京科技职业学院, 江苏南京 210048; 2. 北华大学木质材料科学与工程重点实验室, 吉林吉林 132013)

摘要: 利用改性豆粕胶黏剂压制稻草板, 可以有效缓解木材资源紧张的情况; 采用正交实验方法考察了施胶量、热压时间、热压温度对不同配方改性的豆粕胶黏剂压制的稻草板的主要物理力学性能的影响, 检测了稻草板的静曲强度和内结合强度; 应用旋转粘度计, 测定醋丙乳液改性豆粕胶黏剂的黏度。结果表明: 改性豆粕胶黏剂的黏度均处于 3000~8000 mPa·s 范围内。在施胶量为 30% 时, 利用稻草粒径在 1.0~20 mm 范围内的稻草刨花所压制出的稻草刨花板的静曲强度为 14.23 MPa, 内结合强度为 0.43 MPa, 其强度符合 GB/T 21723—2008 的要求。可见, 施胶后的草片接触角明显减小, 施加改性豆粕胶的稻草疏水性减弱; 施胶后稻草的浸润性显著增强, 稻草刨花彼此之间能形成良好的胶接效果。

关键词: 改性豆粕胶黏剂; 稻草板; 内结合强度; 静曲强度; 木材

中图分类号: TQ35

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2022)06-0151-07

Study on Modified Soybean Meal Adhesive for Pressing Straw Board

Lin Musen¹, Zhang Zeyu², Xiang Wanqian², Feng Yushan², Pang Jiuyin²

(1. Nanjing Polytechnic Institute, Nanjing Jiangsu 210048, China; 2. Key Laboratory of Wood Material Science and Engineering, Beihua University, Jilin Jilin 132013, China)

Abstract: Using the modified soybean meal adhesive to press straw board can effectively alleviate the shortage of wood resources. The effects of sizing amount, hot pressing time and hot pressing temperature on the main physical and mechanical properties of the straw board pressed with different formulations of modified soybean meal adhesive were investigated by orthogonal experiment, and the static bending strength and internal bonding strength of straw board were tested. The viscosity of soybean paste adhesive modified by vinyl acetate emulsions was determined by rotating viscometer. The results showed that the viscosity of modified soybean meal adhesive was in the range of 3000–8000 mPa·s. When the sizing amount is 30%, the static bending strength and internal bonding strength of the rice straw particleboard are 14.23 MPa and 0.43 MPa respectively when the size of rice straw particleboard is in the range of 1.0–20 mm. The strength of the rice straw particleboard meets the requirements of GB/T 21723—2008. The contact angle was measured by measuring angle method. After sizing, the contact angle of straw decreased significantly, which indicated weakened hydrophobicity of the straw. The wettability of rice straw increased significantly after sizing, which indicated that rice straw shavings could bonding effectively with each other.

收稿日期: 2021-07-14; 修回日期: 2021-09-29

基金项目: 中央财政林业科技推广示范项目 (JLT[2017]14) 资助。

第 1 作者: 林木森 (1981—), 男, 硕士, 讲师。研究方向: 化工教学与化学合成。Email: 147904929@qq.com。

通信作者: 庞久寅 (1974—), 男, 博士, 教授。研究方向: 木材改性及乳液聚合。Email: pangjiuyin@163.com。

Key words: modified soybean meal adhesive; straw board; internal bonding strength; static bending strength; wood

近年来,随着我国工业的飞速发展,各个领域对环境的重视^[1-2],对石油的需求量越来越大,作为不可再生资源,严重匮乏,导致石油价格不断飙升,所以我们利用可再生的绿色环保型材料豆粕制胶来替代以石油加工产品为主要原料的“三醛胶”^[3],利用醋丙乳液对豆粕进行改性来提高胶黏剂的耐水性,使改性豆粕胶黏剂可以用于木材加工行业,这样不仅减缓了“三醛胶”在木材加工中大量使用造成的甲醛污染环境的影响,还显著地降低了具有同等粘接效果的胶黏剂的生产成本^[4-6]。不仅给人们带来了清洁的生活空间氛围,保障了人身安全,还能够为木材加工行业减少不小的开支,同时也缓解了石油资源匮乏的状况。

稻草板是以植物秸秆(如稻草或麦草等)作原料而制成的新型环保建材^[7-8]。该板制备原料不取自木材,而是用稻草作为主要原料,用不含甲醛的胶黏剂热压而成,有效地利用了农作物秸秆同时避免了木材资源缺乏的现状^[9-10]。其握钉力强、结构稳定、膨胀系数小,可以成为大芯板、三合板的替代品;也可适用于干燥条件下的室内装修用材、家具制材和包装纸板等^[11]。

稻草、麦秸等农作物秸秆中纤维素含量与木材中含量较为接近,利用秸秆制造人造板不仅可以缓解我国木材资源不足的压力,而且对于稳定农业生态平衡、合理利用秸秆资源、提高农民收入、减轻环境压力等都具有十分重要的意义^[12-14]。豆粕胶黏剂却具有“三醛胶”不具有的优点,即零甲醛,而且其所需成本比含醛胶低很多^[15-17]。通过酸、分散剂及交联改性剂对大豆蛋白进行复合改性,可以提高豆粕胶黏剂的胶接性能,克服了因粘度大、储存周期短等缺陷制约生产的问题^[18]。针对大豆蛋白胶黏剂耐水性较差和胶合强度不高的缺点,Wang等^[19]将通过氢氧化钠处理大豆蛋白,再与MDI按照一定比例混合,用于制造低密度草纤维板,板材可以使用在对强度要求不高的场合。随后,有学者进行化学交联改性,改性后的大豆蛋白形成网络空间结构,同时羟基含量下降,交联网状结构阻碍水分进入胶层,从而提高胶黏剂的耐水性能^[20-21]。吴俊华等^[22]利用丙烯酰胺和马来酸酐接枝改性大豆蛋白,研究发现,

所得胶合板耐水胶合强度达0.91 MPa,达到了二类胶合板的国际检测标准。但是大豆蛋白胶黏剂本身脆性大,交联改性后固化胶黏剂脆性增加,导致人造板抗冲击能力及胶接稳定性差,因此增加胶黏剂韧性、消除制备人造板应力,对大豆蛋白胶黏剂胶接增强改性与生产应用具有重要意义。

大豆蛋白表面的氨基、羧基等官能团能与木材表面的极性基团相互作用,但大豆蛋白胶本身脆性大。醋丙乳液具有原料价格低廉、环保无毒、优异的相容性等优势,但存在耐水耐碱性、稳定性较差等缺点,限制了其进一步的应用与发展。将豆粕与醋丙乳液进行共混改性,使大豆蛋白胶黏剂体系均匀混合,增加胶黏剂固化胶层韧性、消除制备胶合板内应力、提高胶黏剂耐水胶接性能,同时在一定程度上提高了聚合物本身的疏水性,可得到廉价、加工性良好且力学与耐水性能改善的大豆蛋白胶黏剂,以期代替部分醛类胶黏剂。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料与设备

醋丙乳液,聚合二苯甲烷二异氰酸酯(聚合MDI),TD型电子天平(余姚市金诺天平仪器有限公司,中国,精确到0.01 g);DHG-9075A型电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司,中国),NDJ-1型旋转粘度计(上海地科学仪器设备有限公司,中国),WDW-100B型微机控制电子式万能试验机(济南试金集团有限公司,中国),XL3-D型平板硫化机(湖州顺力橡胶机械有限公司,中国),OCA20型接触角仪(Dataphysics,德国)。

1.2 改性豆粕胶黏剂的制备与测定

1.2.1 改性豆粕胶黏剂的制备

将恒温水浴锅预热至25℃,安装密增力电动搅拌器;安装完成后,用电子天平称取30.00 g超微粉碎豆粕放入500 mL烧杯中,用电子天平称取80.00 g蒸馏水加入,用玻璃棒匀速搅拌至豆粕粉和水完全混合;称取30.00 g醋丙乳液加入其中,放入水浴锅中加热并同时开启搅拌器调至转速650 r/s,在此转速下搅拌20 min;20 min后用电子天平称取聚合MDI 7.20 g加入烧杯中,同等转速

下搅拌 5 min 后制成改性豆粕胶; 更换配方进行同样的操作试验以得到不同的改性豆粕胶 (表 1)。

表 1 不同配方的胶黏剂
Table 1 Different adhesives

序号	豆粕/g	H ₂ O/g	醋丙乳液/g	聚合MDI占总量的质量百分比/%
1	30.00	70.00	30.00	3
2	30.00	70.00	30.00	5
3	30.00	70.00	30.00	7
4	30.00	80.00	30.00	3
5	30.00	80.00	30.00	5
6	30.00	80.00	30.00	7
7	35.00	90.00	30.00	3
8	35.00	90.00	30.00	5
9	35.00	90.00	30.00	7

1.2.2 改性豆粕胶黏剂的固体含量测定

根据 GB/T 14074—2017^[23] 检测所得胶黏剂的固含量 (R)。取 9 个质量大小相近的锡纸盒, 分别从 1 号到 9 号进行标记, 在分析天平上分别称出各锡纸盒的质量, 每次称量后在锡纸盒内称量 5 g (精确到 0.000 1 g) 胶黏剂试样, 分别做记录。将 9 个锡纸盒放入电热鼓风干燥箱进行干燥。当温度达到规定温度后开始记录时间, 干燥 3 h 后取出, 冷却至室温后分别称量出干燥后的质量并进行记录。按公式 (1) 计算 R 。

$$R = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: m 为容器与干燥后树脂质量, m_1 为容器质量, m_2 为容器与干燥前树脂质量。

1.2.3 黏度测定

将胶黏剂试样装入 250 mL 的烧杯中, 搅拌均匀。按预定的方案与测量的要求, 将试样精确地控制在 30 ℃。选择 64 号转子, 将转子连接螺杆, 旋转升降钮, 使转子逐渐浸入试样中, 直至转子的液面标志与试样液面相平为止。按下指针锁定杆, 打开开关, 转子将在液体中旋转 (通常为 20~30 r/s), 待显示器读数稳定后记录数据 (读数最佳为 20~80 分度值之间, 否则可调整转子使转速达到这个要求), 此时转速为 30 r/min。待数据记录结束后, 关闭仪器。

1.3 稻草板的压制与强度的测定

1.3.1 稻草板的压制

使用粉碎机将稻草进行粉碎, 将粉碎的稻草纤维用包装编织袋打包装入热风循环烘箱在

70 ℃ 条件下干燥 3 h, 干燥完成后装入带塑料薄膜内胆的编织包装袋内备用, 选择不同的筛网分别筛选出 2 种稻草碎料粒径为 1.0~20 mm; 选择的施胶量分别为干稻草质量的 20%、30%、40%; 再进行拌胶: 将确定好用量的胶黏剂和称好的稻草放入拌胶机中进行拌胶, 采用浸胶的方法, 将稻草铺匀, 胶黏剂均匀的撒在铺匀的稻草上, 开启拌胶机搅拌 30 min 左右后进行铺装。再在压力为 5、3.3、1.67 MPa, 热压温度为 180 ℃ 时进行 3 次热压, 每次热压时间均为 300 s, 冷却放置 72 h; 给稻草板编号, 裁制试件制备幅面为 400 mm×400 mm, 平均厚度为 15 mm, 密度为 0.8 g/cm³ 的稻草板, 进行各项性能的检测。

1.3.2 稻草板内结合强度的测定

用砂纸打磨试件表面使之平整, 用游标卡尺测量试件的长、宽、高, 之后用热熔胶将试件与卡头粘接在一起后自然冷却 24 h, 待胶层完全固化后, 进行测试。使用微机控制电子式万能试验机, 保证拉伸卡具的位置与拉伸力始终在同一条垂直轴线上, 保证力垂直于试件。按公式 (2) 计算试件内结合强度 (Z)。

$$Z = \frac{p}{a \times b} \quad (2)$$

式中: p 为试件的破坏载荷, a 为试件的长度, b 为试件的宽度。

1.3.3 稻草板静曲强度的测定

试件宽度在试件长的一边中心处测量。厚度在试件中心边中心距边 10 mm 处, 每边各测 1 点, 计算时采用 2 点算术平均值; 调整试验机的支座距离, 支座距离为试件公称厚度的 20 倍, 压头必须与试件长度中心线重合。按公式 (3) 计算静曲强度 (G)。

$$G = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3)$$

式中: L 为支座距离, b 为试件宽度, h 为试件厚度。

1.4 稻草草片疏水性测试

1.4.1 草片的制备

用干燥后的稻草制备草片, 共制出 18 份草片, 分出 9 份用 9 个配方的胶对草片进行施胶放置待醋丙乳液改性豆粕胶胶液浸入草片, 另外九份试样草片不施胶作为空白对照。将施胶和未施胶的草片两两组合使用 AB 胶将其粘贴于 60≤40 mm 的已标号为 A, B, C, D, E, F, G, H, I 薄木片上待 AB 胶完全固化后进行测量接触角, 试样见图 1。



图 1 草片接触角测量试样图

Fig. 1 Contact angle measurement sample of grass

1.4.2 接触角测量

采用量角法测量接触角的大小,对同一个样本采取多处测量,最后求多组数据的平均值。

2 结果与分析

2.1 黏度分析

由表 2 可知,该改性豆粕胶黏剂的黏度均处在适用于压制稻草碎料板的胶黏剂黏度 3000~8000 mPa·s 范围内。此外,若所得豆粕胶黏剂的固含量增加,则其表观黏度也有所增加,考虑到由于改性豆粕胶为高分子聚合物溶液,属于非牛顿液体,在相对均一的体系中,固体含量越高,改性豆粕胶中大豆蛋白分子间的内摩擦力越大,分子间的剪切速率改变,存在了剪切增稠现象,导致黏度有所变化,但具体的变化形式还需综合考虑悬大豆蛋白粒子体积分数、粒子形态、粒子表面特性等因素进行进一步研究。

表 2 固含量及黏度检测数据表

Table 2 Data of solid content and viscosity test

试样	粘度/(mPa·s)	固含量/%
1	5700	36.20
2	6230	36.83
3	7440	37.92
4	6330	36.00
5	6470	37.08
6	7460	37.66
7	3280	36.22
8	3290	36.36
9	4040	36.62

采用调胶配方为加入豆粕、H₂O 和醋丙乳液的质量比为 3:8:3,聚合 MDI 占量总质量的 5%,此时制备的改性豆粕胶黏剂的固含量可达 37.08%,粘度为 6470 mPa·s,此时胶黏剂的固含量较高且黏度适宜,流动性较好,便于后期涂

胶。随后,以调胶配方为豆粕、H₂O 和醋丙乳液的质量比为 3:8:3,聚合 MDI 占量总质量的 5%,进行下一步实验。

2.2 内结合强度分析

由表 3 可知,经过正交试验极差分析,热压温度(A)、热压时间(B)和施胶量(C)分别是影响稻草刨花板 Z 由主到次的因素,压制稻草刨花板的最佳方案为 5 号,既热压温度为 175℃,热压时间为 900 s,施胶量为 30% 时所压制稻草刨花板的 Z 达到了 0.43 MPa,符合 GB/T 21723—2008 要求^[24],板面厚度在 13~20 mm, Z≥0.35 MPa。适用于在干燥条件下使用的室内装修板材、家具制材和包装用材等。

表 3 内结合正交试验数据表

Table 3 Data of combined orthogonal test

试件	施胶量/%	热压温度/℃	热压时间/s	内结合强度/MPa
1	20	170	850	0.25
2	20	175	900	0.28
3	20	180	950	0.30
4	30	170	900	0.35
5	30	175	950	0.43
6	30	180	850	0.34
7	40	170	950	0.33
8	40	175	850	0.31
9	40	180	900	0.26
K_1	0.83	0.93	0.9	
K_2	1.12	1.02	0.89	
K_3	0.9	0.9	1.06	
k_1	0.280	0.310	0.300	
k_2	0.370	0.340	0.297	
k_3	0.300	0.300	0.353	
R_1	0.090	0.040	0.057	

由表 3 可知,经过正交试验极差分析,反应过程中,施胶量、热压时间、热压温度对胶黏剂的 Z 的影响较大,影响 Z 的诸多因素的主要顺序为施胶量,热压时间,热压温度。考虑到施胶量增大,密度增大,稻草秸秆间的搭接更加紧密,孔隙减少;同时施胶量增加也使改性大豆胶更加均匀地附着于秸秆表面,提高 Z,但随着施胶量的进一步增加,板内的缝隙减少,继续增加压力并不能明显减少孔隙率。最优组合为 A₂B₂C₃ 与所得到实验结果相吻合,施胶量为 30%,热压温度为 175℃,热压时间为 950 s 时,压制所得稻草刨花板的 Z 为 0.43 MPa。温度对 Z 也有一定影响,在一定范围内,提高热压温度,传热性能提高,大豆蛋白胶固化,提高 Z; 在一定的温度范围

内，延长热压时间，使大豆蛋白胶充分固化，提高试板性能；但热压时间过长，会使交联点减少，从而影响稻草板性能。

2.3 稻草板静曲强度分析

由表4可知，经过正交试验极差分析，反应过程中，施胶量、热压时间、热压温度对胶黏剂的G的影响较大，影响G的诸多因素的主要顺序为施胶量，热压时间，热压温度；最优组合为A₂B₂C₃。与所得到实验结果相吻合，施胶量为30%，热压温度为175℃，热压时间为950s时压制所得稻草刨花板的G为14.23MPa，达到了GB/T 21723—2008^[24]的要求，符合在干燥条件下使用的室内装修板材、家具制材和包装用材的要求，板面厚度在13~20mm，G≥13MPa，因此符合国家标准。

表4 静曲强度正交试验数据

Table 4 Orthogonal test data of static bending strength

试件	施胶量(X)/%	热压温度/℃	热压时间/s	静曲强度/MPa
1	20	170	850	12.34
2	20	175	900	12.57
3	20	180	950	12.69
4	30	170	900	13.01
5	30	175	950	14.23
6	30	180	850	12.97
7	40	170	950	12.89
8	40	175	850	12.65
9	40	180	900	12.33
K ₁	37.6	38.24	37.96	
K ₂	40.21	39.45	37.91	
K ₃	37.87	37.99	39.81	
k ₁	12.53	12.75	12.65	
k ₂	13.40	13.15	12.64	
k ₃	12.62	12.66	13.27	
R	0.87	0.49	0.63	

由表5可知，在95%的置信区间内，施胶量对应Z的显著性值为0.004，差异极显著(P<0.01)，即施胶量对Z的影响有极显著差异。热压温度对应Z的显著性值为0.025，热压时间对应Z的显著性值为0.011，差异均显著(P<0.05)，即热压温度，热压时间对Z的影响有显著差异。而施胶量对应G的显著性值为0.041，差异显著(P<0.05)，热压时间对应G的显著性值为0.070，差异不显著，热压温度对应G的显著性值为0.127，差异不显著。因此施胶量对其Z和G的影响最大，其次是热压时间，热压温度。

表5 胶合强度检测结果显著性分析

Table 5 Significance analysis of adhesive strength test

方差来源	因变量	III型平方和	自由度	均方	F值	显著性
校正模型	内结合强度	0.024 ^a	6	0.004	119.667	0.008
	静曲强度	2.562 ^b	6	0.427	14.505	0.066
截距	内结合强度	0.903	1	0.903	27075.000	0.000
	静曲强度	1486.874	1	1486.874	50516.657	0.000
热压温度	内结合强度	0.003	2	0.001	39.000	0.025
	静曲强度	0.406	2	0.203	6.905	0.127
施胶量	内结合强度	0.015	2	0.008	229.000	0.004
	静曲强度	1.373	2	0.687	23.331	0.041
热压时间	内结合强度	0.006	2	0.003	91.000	0.011
	静曲强度	0.782	2	0.391	13.279	0.070
误差	内结合强度	6.667×10 ⁻⁵	2	3.333×10 ⁻⁵		
	静曲强度	0.059	2	0.029		
总计	内结合强度	0.927	9			
	静曲强度	1489.494	9			
校正的总计	内结合强度	0.024	8			
	静曲强度	2.620	8			

注：a表示R²=0.997 (R²_{adj}=0.989)，b表示R²=0.978 (R²_{adj}=0.910)。

2.4 稻草草片表面形貌分析及浸润性测试

2.4.1 稻草草片表面形貌分析

由图2可知，未经处理的稻草秸秆表面较为光滑，由于在稻草秸秆光滑的外表面由于充满了SiO₂的硅细胞而存在一层致密的组织，在表皮形成角质层，影响了胶黏剂渗透润湿稻草秸秆内部，导致胶合强度较低。施胶后秸秆表面变得粗糙，稻草表面呈现为颗粒状，存在剥蚀现象，表面润湿性得到改善，表面反应活性基团增多，制备的胶黏剂能够和稻草表面结合较好，有利于胶接效果的提高。

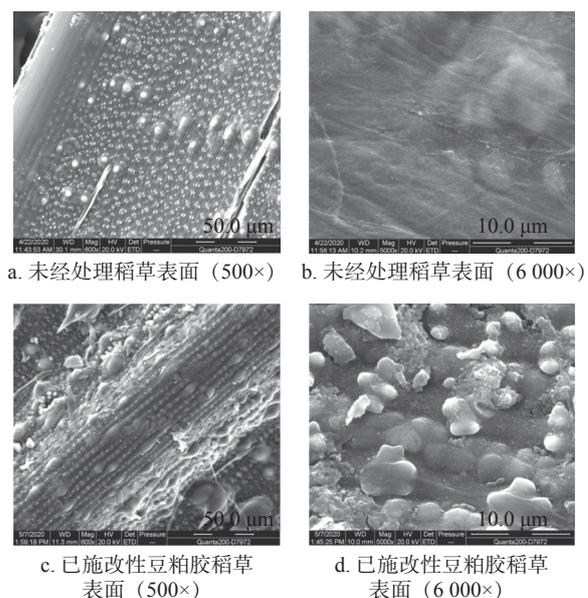


图2 稻草外表面扫描电镜图
Fig. 2 SEM of outer surface of straw

2.4.2 稻草草片浸润性测试

图 3a 与 3b, 3c 与 3d, 3e 与 3f, 3g 与 3h 进行比较, 施胶后的草片接触角明显减小, 效果最显著的减小了 41° , 为 5 号配方的改性豆粕胶。由此可分析出已施改性豆粕胶的稻草疏水性比未施胶的稻草片性明显变弱, 施胶后稻草浸润性显著增强, 考虑到所用的醋丙乳液体系中存在亲水性的聚乙烯醇, 可能与稻草表面存在的硅形成氢键

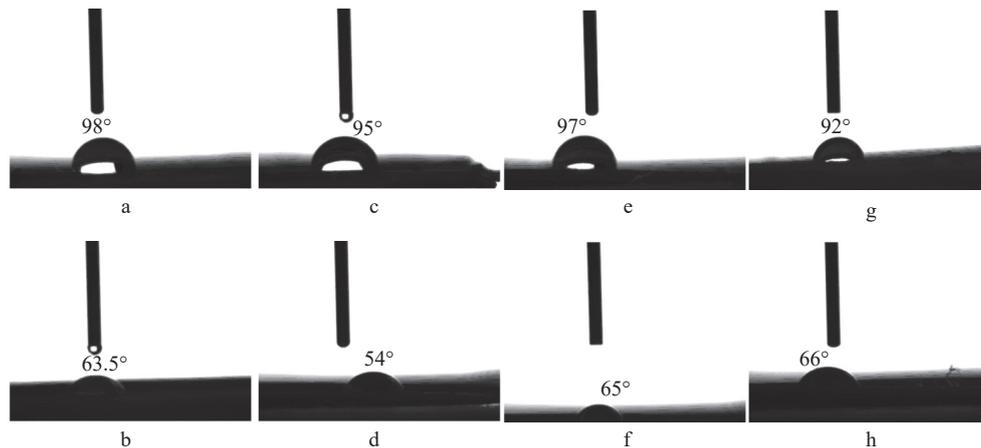


图 3 草片接触角测试图

Fig. 3 Test diagram of contact angle of grass

3 结论

本研究对醋丙乳液改性豆粕胶黏剂压制稻草板进行了一系列研究, 通过实验研究施胶量、热压时间、热压温度对不同配方改性豆粕胶黏剂压制稻草板的主要物理力学性能的影响, 检测施胶前后稻草疏水性变化判断出醋丙乳液改性豆粕胶达到的良好粘接效果。利用平板硫化机压制稻草板, 通过微机控制电子式万能试验机测出稻草板的 Z 和 G 。

采用调胶配方为加入豆粕、 H_2O 和醋丙乳液的质量比为 3 : 8 : 3, 聚合 MDI 占量总质量的 5%, 所制得的醋丙乳液改性豆粕胶黏剂进行压制稻草板, 胶黏剂固体含量在 36.00% ~ 37.08%, 黏度 6330 ~ 7460 mPa·s, 改性豆粕胶黏剂的粘度均处在适用于压制稻草碎料板的胶黏剂粘度 3000 ~ 8000 mPa·s。通过正交试验确定出稻草板的工艺参数: 压力为 5.0 MPa (表压力)、热压温度为 175°C 、热压时间为 900 s。

通过测试施胶前后稻草表面的浸润性, 接触角由最高的 98.5° 经施胶后降低到 54° , 醋丙乳液改性豆粕胶使稻草浸润性效果显著改善, 从而反应出醋丙乳液改性豆粕胶能使稻草刨花之间达到

或发生机械结合作用, 稻草板内部也存在孔隙及裂缝, 使稻草在受到外力作用时, 在裂缝及孔隙处会产生应力集中, 促使裂缝加大, 导致施胶后稻草浸润性显著增强, 醋丙乳液与稻草之间进行胶结主要靠机械结合与氢键结合, 施胶后稻草刨花彼此之间能形成良好的胶接效果, 彼此能更好得结合到一起。

良好的粘接效果。

通过性能最佳的改性豆粕胶黏剂采用最佳的热压工艺, 在施胶量 30% 时, 选取稻草粒径在 1.0 ~ 20 mm 范围内的稻草刨花所压制出的稻草板刨花板的 G 为 14.23 MPa, Z 为 0.43 MPa, 其强度符合国家标准的要求。

[参 考 文 献]

- [1] 殷丽峰, 李薇, 任斌斌. 北京城市绿道植物多样性及其群落特征 [J]. 西部林业科学, 2021, 50(2): 28-34.
- [2] 张咏丽. 绿色发展与林业生态化建设初探 [J]. 西部林业科学, 2020, 49(4): 155-158.
- [3] 梁坚坤, 李利芬, 吴志刚, 等. 蓝藻蛋白基胶黏剂的制备与应用 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2019, 39(2): 167-172.
- [4] 刘慧, 张蕾, 张晓涛, 等. 甲醇联合改性大豆蛋白胶黏剂的研究 [J]. 大豆科学, 2017, 36(3): 447-451.
- [5] 张俊, 周云霞, 罗大勇, 等. 淀粉-糠醛共缩聚木材胶黏剂的制备 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2021, 41(5): 158-163.
- [6] 王睿聪, 杨光, 杨波. 大豆蛋白胶黏剂改性技术的研究进展 [J]. 应用化工, 2017, 46(10): 2043-2047.

- [7] Kurokochi Y, Sato M. Properties of binderless board made from rice straw: The morphological effect of particles [J]. *Industrial Crops and Products*, 2015, 69: 55–59.
- [8] 刘俊红, 黄勇, 周世林, 等. 木材粘接用交联大豆蛋白胶的研究 [J]. *大豆科学*, 2018, 37(2): 310–314.
- [9] 雷洪, 吴志刚, 杜官本. 刨花板用大豆蛋白基胶黏剂的制备 [J]. *桂林理工大学学报*, 2016, 36(3): 573–577.
- [10] 左迎峰, 吴义强, 吕建雄, 等. 工艺参数对无机胶黏剂稻草板性能的影响 [J]. *林业工程学报*, 2016, 1(4): 25–32.
- [11] 朱晓丹, 吴义强, 田翠花, 等. 无机胶黏麦秸板制备工艺及性能分析 [J]. *林产工业*, 2015, 42(6): 18–22.
- [12] 杨玉. 活性碳纤维增强中密度纤维板的自吸附和力学性能研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2012.
- [13] 郝秀, 范东斌. 环氧单体交联改性大豆蛋白胶黏剂的研究 [J]. *木材加工机械*, 2018, 29(5): 26–29.
- [14] Sitz E D, Bajwa D S, Webster D C, et al. Epoxidized sucrose soyate —A novel green resin for crop straw based low density fiberboards [J]. *Industrial Crops and Products*, 2017, 107: 400–408.
- [15] 庞久寅, 王发鹏, 沈文豪, 等. 大豆蛋白-丙烯酸酯复合胶黏剂的研究 [J]. *林产工业*, 2013, 40(1): 25–27.
- [16] 张亚慧, 祝荣先, 于文吉. 改性大豆蛋白胶黏剂的酸化效应 [J]. *中国人造板*, 2014, 21(3): 17–19.
- [17] 李聪聪. 化学交联改性大豆蛋白胶黏剂制备与性能研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [18] 刘慧, 安丽平, 张蕾, 等. 碱性强弱对大豆蛋白胶黏剂胶合强度的影响 [J]. *中国油脂*, 2017, 42(12): 32–34.
- [19] Wang D H, Sun X S. Low density particleboard from wheat straw and corn pith [J]. *Industrial Crops and Products*, 2002, 15(1): 43–50.
- [20] Zhang Y, Zhang M, Chen M S, et al. Preparation and characterization of a soy protein-based high-performance adhesive with a hyperbranched cross-linked structure [J]. *Chemical Engineering Journal*, 2018, 354: 1032–1041.
- [21] Wu Z G, Xi X D, Lei H, et al. Study on soy-based adhesives enhanced by phenol formaldehyde cross-linker [J]. *Polymers*, 2019, 11(2): 365.
- [22] 吴俊华, 付佳, 高振国, 等. 丙烯酰胺改性降解大豆蛋白复合胶黏剂 [J]. *包装工程*, 2016, 37(19): 50–53.
- [23] 全国人造板标准化技术委员会. 木材工业用胶粘剂及其树脂检验方法: GB/T 14074—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [24] 全国人造板标准化技术委员会. 麦(稻) 秸秆刨花板: GB/T 21723—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

(责任编辑 冯 雪)

