

海藻酸钠地膜制备及其性能研究

刘露¹, 赵宏涛², 张鹏鹏², 闫洪雪¹, 李丽¹, 梁文辉² (1. 青岛明月海藻集团有限公司海藻活性物质国家重点实验室, 山东青岛 266400; 2. 青岛明月蓝海生物科技有限公司, 山东青岛 266400)

摘要 [目的]针对塑料地膜造成的白色污染问题,研究了可降解海藻酸钠地膜的制备方法。[方法]研究了海藻酸钠浓度、增塑剂种类及浓度和持水剂浓度对膜性能的影响,并通过大田试验研究了膜的降解情况。[结果]随着海藻酸钠浓度的增大,膜的拉伸强度和断裂伸长率逐渐上升。增稠剂提高了膜的拉伸强度和断裂伸长率,其中羧甲基纤维素钠的效果最好。持水剂使膜的拉伸强度和断裂伸长率降低,但解决了膜干裂的问题。[结论]海藻酸钠地膜最佳成膜液的组成为:1.0%海藻酸钠、0.2%羧甲基纤维素钠和0.6%甘油,此时海藻酸钠地膜的膜薄、拉伸强度和断裂伸长率高、透光率好,且可生物降解。

关键词 海藻酸钠;地膜;可降解

中图分类号 S188 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-173-02

Preparation and Properties of Sodium Alginate Film

LIU Lu¹, ZHAO Hong-tao², ZHANG Peng-peng² et al (1. State Key Laboratory of Bioactive Seaweed Substances, Qingdao Brightmoon Seaweed Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266400; 2. Qingdao Mingyue Blue Ocean Bio-technology Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266400)

Abstract [Objective] For the white pollution caused by plastic film, preparation of sodium alginate film which can be degraded was studied. [Method] The effects of concentration of sodium alginate, the concentration and type of plasticizers and humectant concentration on the properties of sodium alginate film were studied. And the degradation of the film was studied through field experiment. [Result] The tensile strength and elongation at break of sodium alginate films increased with increasing of sodium alginate concentration and adding of plasticizers. The tensile strength and elongation at break of sodium alginate films dropped with adding of humectant, but the dehiscence was solved. [Conclusion] The best composition of sodium alginate film was 1% sodium alginate, 0.2% sodium carboxymethyl cellulose and 0.6% glycerol. The film was thin, tensile strength and elongation at break were high, and the film could be degraded.

Key words Sodium alginate; Film; Degradation

塑料地膜的应用给传统农业带来了一次技术性变革,但随着塑料地膜使用量的增加,其负面作用也日益明显^[1]。首先,塑料地膜的回收困难,即使是回收的残膜也没有有效的处理办法;其次,残存在土壤里的膜可形成土壤阻遏层,影响作物根系的发育和对水肥的吸收,使农作物减产^[2]。为此,农业生产中需要一种既具有塑料地膜保墒保水作用又不产生环境污染的地膜。海藻酸钠是海藻中含量较高的一种多糖,其分子是由β-D-1,4-甘露糖醛酸(简称M)和α-L-1,4-古罗糖醛酸(简称G)两种单体组成的嵌段式线性聚合物^[3]。海藻酸钠与Ca²⁺形成凝胶,具有良好的成膜性能^[4],并具有良好的生物相容性和生物可降解性,是可降解地膜材料的比较好的选择。笔者针对海藻酸钠地膜强度低、质脆和干裂的问题,通过添加增塑剂提高膜的强度,添加持水剂解决干裂的问题,并确定了海藻酸钠地膜最佳成膜液的组成。

1 材料与方

1.1 材料 海藻酸钠(由青岛明月海藻集团提供)、羧甲基纤维素钠、甘油、玉米淀粉、可溶性淀粉、明胶和硝酸钙等均为分析纯。

1.2 仪器 主要仪器包括电子天平(梅特勒-托利多, PL2002)、台式千分测厚仪(上海六菱仪器厂, CH-1-S)、万能拉力试验机(济南兰光机电技术有限公司, XLW-PC型)、透光率测定仪(上海精密科学仪器有限公司, WGT-S)、超净工作台(苏净集团苏州安泰空气技术有限公司, SW-CJ-2F)。

1.3 试验方法

1.3.1 制膜工艺。将海藻酸钠加水溶解后,添加增塑剂充分溶解,混合均匀后,经窄缝喷头喷成帘状湿膜^[5],再以2%硝酸钙溶液交联5 min后成膜。室温下自然干燥后揭膜备用。

1.3.2 海藻酸钠浓度的确定。将海藻酸钠配制成浓度0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%和1.6%的水溶液,定量喷施,干燥后揭膜,根据海藻酸钠的成膜及物理性能确定海藻酸钠浓度。

1.3.3 增塑剂种类的选择及浓度确定。在海藻酸钠溶液中分别添加0.2%羧甲基纤维素钠、可溶性淀粉、琼脂和明胶,完全溶解并混合均匀后喷施,干燥后揭膜,根据膜的物理性能确定增塑剂种类。将选定的增塑剂分别以0.1%、0.2%、0.3%、0.4%和0.5%的浓度添加,完全溶解并混合均匀后喷施,干燥后揭膜,根据膜的物理性能确定增塑剂浓度。

1.3.4 持水剂浓度的确定。在海藻酸钠和增塑剂的混合溶液中添加浓度0.2%、0.4%、0.6%、0.8%和1.0%的甘油,混合均匀后喷施,干燥后揭膜,根据膜的物理性能确定持水剂浓度。

1.3.5 膜厚度的确定。使用测厚仪测定地膜的厚度,每张待测样品膜测定其4个顶点和中心点的厚度,以其平均值作为膜的厚度值。

1.3.6 拉伸强度的测定。根据GB/T 1040.3-2006塑料薄膜拉伸性能试验方法,使用智能电子拉力试验机对膜的拉伸强度进行测定。其中,拉伸速度为(250±50)mm/min,夹具间距为100 mm,试样尺寸150 mm×15 mm。

作者简介 刘露(1987-),女,山东济南人,工程师,硕士,从事海藻胶应用研究工作。

收稿日期 2015-11-30

1.3.7 透光率的测定。根据 GB2410-80 透明塑料透光率和雾度试验方法测定透光率。

1.3.8 地膜降解时间的测定。将海藻酸钠地膜喷施于菜园表面和埋于地下,观察海藻酸钠地膜的降解情况。

2 结果与分析

2.1 海藻酸钠浓度的确定 由表 1 可知,随着海藻酸钠浓度的增加,膜的厚度、拉伸强度和断裂伸长率呈升高趋势,透光率呈下降趋势。海藻酸钠浓度越大,溶液的黏度也越大。当海藻酸钠浓度低于 1.0% 时,膜的拉伸强度和断裂伸长率较低,膜极易拉断。当海藻酸钠浓度大于 1.0% 时,海藻酸钠溶液黏度较大,而随着浓度的提高,拉伸强度和断裂伸长率增长幅度较小。因此,选择海藻酸钠浓度为 1.0%。

表 1 海藻酸钠浓度对膜性能的影响

海藻酸钠浓度//%	膜厚度/mm	拉伸强度/MPa	断裂伸长率//%	透光率/%
0.4	0.005	2.3	0.1	99
0.6	0.006	7.5	0.7	99
0.8	0.009	12.5	1.4	97
1.0	0.012	16.2	2.4	96
1.2	0.014	16.9	2.6	96
1.4	0.017	17.6	2.7	95
1.6	0.017	18.5	2.9	94
1.8	0.018	19.3	2.9	94

2.2 增塑剂种类的选择及浓度确定 由表 2 可知,羧甲基纤维素钠和琼脂对膜的拉伸强度和断裂伸长率的影响较大,比不添加增塑剂时明显提高。由于琼脂需高温溶解,在地膜应用时不如羧甲基纤维素方便,因此增塑剂选择羧甲基纤维素钠。由表 3 可知,随着羧甲基纤维素钠浓度的增加,膜的厚度、拉伸强度和断裂伸长率呈升高趋势,透光率呈下降趋势。当羧甲基纤维素钠浓度大于 0.2% 时,随着浓度的提高,拉伸强度和断裂伸长率增长幅度较小。因此,选择羧甲基纤维素钠浓度为 0.2%。

表 2 不同种类增塑剂对膜性能的影响

增塑剂	厚度/mm	拉伸强度/MPa	断裂伸长率//%	透光率/%
羧甲基纤维素钠	0.013	18.4	2.9	95
可溶性淀粉	0.018	17.5	2.7	80
琼脂	0.015	18.5	3.0	94
明胶	0.011	16.9	2.3	87

表 3 不同浓度的增塑剂对膜性能的影响

羧甲基纤维素钠//%	厚度/mm	拉伸强度/MPa	断裂伸长率//%	透光率/%
0.1	0.012	17.2	2.5	96
0.2	0.013	18.4	2.9	95
0.3	0.013	18.9	3.0	95
0.4	0.015	19.2	3.1	94
0.5	0.016	19.3	3.3	93

2.3 持水剂浓度的确定 因为甘油具有持水保湿的作用,添加到膜中可防止地膜干裂。因此,研究了不同浓度的甘油对膜性能的影响。由表 4 可知,添加甘油后,膜的拉伸强度和断裂伸长率都有所降低,甘油浓度越高,拉伸强度和断裂

伸长率越低,这可能是由于甘油是小分子物质,影响了膜的交联性。当甘油浓度大于 0.6% 时,膜的拉伸强度急剧下降。因此,选择甘油浓度为 0.6%。

表 4 不同浓度的甘油对膜性能的影响

甘油/%	厚度/mm	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	透光率/%
0.2	0.013	18.3	2.9	95
0.4	0.013	18.2	2.8	95
0.6	0.013	17.8	2.7	95
0.8	0.014	14.5	2.0	95
1.0	0.014	11.7	1.1	95

2.4 地膜降解时间的测定 大田试验结果表明,喷施在菜园表面的海藻酸钠地膜 5 个月时保持完整,6 个月时开始降解,12 个月时完全降解。埋在地下的地膜 2 个月时开始降解,4 个月时已完全降解。可见,海藻酸钠地膜可完全降解,对环境无害。

3 讨论与结论

针对塑料地膜使用造成的白色污染问题,制备了可降解的海藻酸钠地膜,并对膜性能进行研究。结果表明,添加 0.2% 的羧甲基纤维素钠为增塑剂,0.6% 的甘油为持水剂,可提高膜的强度和保水性。大田试验结果表明,喷施在菜园表面的海藻酸钠地膜可保持 5 个月,12 个月时完全降解。

与许加超等^[6]、张青等^[7]选择氯化钙相比,硝酸钙作为交联剂可作氮肥使用,而氯离子可能会影响作物的生长发育。且大规模使用时,硝酸钙的价格要明显低于乳酸钙、乙酸钙等。可见,硝酸钙是地膜材料的最佳选择。在海藻酸钠地膜中添加羧甲基纤维素钠后,膜的拉伸强度和断裂伸长率明显提高,提高了膜的强度,这与卢星池等^[8]的研究结果一致,这可能与羧甲基纤维素钠是大分子物质且黏度较高有关。且羧甲基纤维素钠可完全降解,可在降解地膜中使用。在海藻酸钠地膜中添加甘油后,膜的拉伸强度和断裂伸长率略有降低,但在大田试验中,膜的持水性能增加,没有出现干裂的情况。因此,海藻酸钠地膜最佳成膜液的组成为:1.0% 海藻酸钠、0.2% 羧甲基纤维素钠和 0.6% 甘油,此时海藻酸钠地膜的膜薄、拉伸强度和断裂伸长率高、透光率好,且可生物降解。

参考文献

- [1] 严昌荣,刘恩科,舒帆,等.我国地膜覆盖和残留污染特点与防控技术[J].农业资源与环境学报,2014,31(2):95-102.
- [2] 赵素荣,张书荣,徐霞,等.农膜残留污染研究[J].农业资源与发展,1998(3):7-10.
- [3] 纪明候.海藻化学[M].北京:科学出版社,1997.
- [4] GOMBOTZ W R, WEE S F. Protein release from alginate matrices[J]. Advanced drug delivery reviews, 1998, 31: 267-285.
- [5] 张绍英,顾杰.生物材料地膜田间成型铺温工艺的试验研究[J].中国农业大学学报,1998,3(4):63-67.
- [6] 许加超,卢伟丽.氯化钙体系制备的褐藻酸钙凝胶特性的研究[J].渔业科学进展,2010,31(1):100-103.
- [7] 张青,许加超,付晓婷,等.钙化条件对海藻酸钙膜钙含量和拉伸强度的影响[J].农产品加工,2012(10):21-25.
- [8] 卢星池,邓放明,肖茜.干燥条件和增塑剂对海藻酸钠-羧甲基纤维素钠膜阻隔性能的影响[J].食品与机械,2014(11):102-107.