

农业新技术丛书

中国农学会主编

液态膜在 农业中的应用

廖宗族 王一鸣 编著



科学普及出版社

农业新技术丛书

液态膜在农业中的应用

廖宗族 王一鸣 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

液态膜在农业上的应用是一项新技术,是调节农业小气候,改善微气象因素的有效措施。

本书是作者根据十多年来对液态膜调节微气象效应的研究,并参考国外的有关资料写成的。主要内容包括农用液态膜的种类和作用原理,农用液态膜的使用技术及农用液态膜的应用三部分。书中着重介绍了液态膜抑制蒸发、增加温度、防治植物病虫害、果品保鲜等方面的使用技术和应用效果。

本书可供农村知识青年、农技员阅读,同时也可供农业院校的师生参考。

农业新技术丛书
液态膜在农业中的应用
廖宗族 王一鸣 编著
责任编辑:刘庆坤

*

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔县燕东印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米1/32 印张:2.625 字数:52千字
1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷
印数:1—2,250册 定价:0.50元
统一书号:16051·1125 本社书号:1308

《农业新技术丛书》编委会

主 编 陈 仁

副主编 蒋仲良 戈福元 矫永平

编委 申 非 王树信 邱隽斌 华 恕 鲍年松

曾昭惠 史锁达 霍炳文 马忠良 李则文

责任编辑 史锁达

《农业新技术丛书》

第一批书目

小麦新良种
棉花新良种
旱稻及其栽培
油菜冬发高产技术
南方小麦高产技术
苹果树化学疏果技术
黄瓜无性嫁接技术
棉虫综合防治技术
肉鸡饲养技术
鱼类人工繁殖技术
鱼苗鱼种培育技术
多箱体养蜂法
液态膜在农业上的应用
棉花副产品的综合利用
棉籽壳培植食用菌
麦秆氨化技术

《农业新技术丛书》编辑说明

一、为了适应农村新形势的发展，满足广大农民学习农业新技术和开展多种经营的要求，中国农学会与科学普及出版社共同编辑出版这一套《农业新技术丛书》。

二、这套丛书以农村专业户、重点户和经济联合体为主要读者对象，可供具有初中以上文化水平的农民学习。

三、本丛书涉及农、林、牧、副、渔和农副产品加工、综合利用等各个方面，以介绍优良新品种、实用新技术、发展多种经营的技术和门路为主，力求对《两户一体》提高生产、发展乡镇企业提供技术和信息。

四、本丛书一个专题写一本小册子，每册3—5万字，配有插图。文字力求简明，通顺易懂。每册内容将随着新技术的发展，在再版时加以修订和补充。

《农业新技术丛书》编委会

前 言

植物生长发育与农业气象因素—水、气、热的变化密切相关。温度过高过低，水分太多太少，氧气一旦不足，都直接影响到植物的生命过程，轻则生长受到抑制，重则受害致死。

目前的科学水平，人类还不能控调大气候；然而从农业小气候出发，调节局部的微气象因素（根际，叶，果表面的水、气、热状态）变化，减轻不利大气候条件，对植物生育的影响，还是可能的。成膜物质覆盖，就是调节微气象因素的有效措施，目前已取得了可喜的成就。人们熟悉的，使用时呈固态状的塑料地膜，已在生产中大面积推广；人们不太熟悉，使用时用水稀释呈液态的成膜物质——液态膜，在农业生产上正在试验应用。由于液态膜能喷洒成膜，使用方便，因此在农业上应用范围比塑料地膜广泛。自从液态膜用于农业问世以来直至今日，国内外都在不解地进行研究，新的液态膜类型不断出现。液态膜逐渐发展成为一种能调节微气象的有效措施。

液态膜在农业中的应用是一项较新的技术，某些性能还不十分理想，有待改进提高，鉴于此因，书中一定存在不足之处，加之作者水平有限错误难免，切望读者斧正，以便进一步修改。

作者

1985年4月

目 录

一、农用液态膜的发展历史	1
(一) 农用液态膜的特性	1
(二) 农用液态膜的应用发展过程	3
二、农用液态膜的种类和作用原理	6
(一) 农用液态膜的分类	6
(二) 农用液态膜的作用原理	7
三、农用液态膜的使用技术	17
(一) 喷施土壤	17
(二) 覆盖水面	19
(三) 喷洒植株	21
(四) 浸果保鲜	22
(五) 其他方面的使用	26
四、农用液态膜的应用	27
(一) 抑制蒸散,调节温度	27
(二) 防治植物病虫害	43
(三) 果品保鲜	50
(四) 液态膜在其他方面的应用	55
(五) 液态膜对植物生长发育的影响	59
附表:我国常用液态膜名称、生产和供应单位	74

一、农用液态膜的发展历史

干旱、低温、病虫害，产后果、菜失水、腐烂是影响农业生产发展的重大障碍。这些灾害的发生与农业气象因素—水、气、热的变化关系密切。如果科学地控调气象因子就可减轻灾害的危害。但是目前的科学水平，不能控制大气候的变化。因此，多年来广大劳动人民、农学家和农业气象学家都在寻找调节农业小气候，甚至微气象（植物的根际，叶，果表的水、气、热状态）的方法来增强植物的抗灾能力，达到减轻灾害危害的目的。

农田覆盖泥沙、卵石、秸秆、树叶以至粪类的东西，在我国已成为一种历史悠久的保水农业措施。至今加拿大把麦秆覆土播种小麦作为一项有效的增产措施。

古老的覆盖物虽说有着保水抗旱作用，但降低土温，作物早期生长缓慢，后期有时遭受低温危害。如何解决水分和温度之间的矛盾已成为农业工作者急需解决的问题。

高分子成膜物质的水乳膜覆盖农田的技术出现，为解决水、热矛盾提供了新线索。随着生产需要和科学发展，各种液态膜不断出现，不仅为解决水、温矛盾开辟了新途径，而且为抑制水面蒸发、果品保鲜、防治植物病虫害等探索出新方法，展现出液态膜在农业上应用的广阔前景。

（一）农用液态膜的特性

农业上应用的化学物质如农药、化肥、激素、塑料地膜

是人们熟悉的东西。这些物质都是属于溶或不溶于水的固体以及它们的水乳剂，但是这些乳剂，喷后，不能形成连续均匀的膜层。

用于调节农业气象因素—水、气、热条件的制剂如农田化学覆盖物、抑蒸剂、抗蒸腾剂、OED、土壤改良剂、水温上升剂、土面增温剂、保墒增温液、保鲜膜剂、果蜡、防冻剂、叶面增温剂、降温剂等，这些繁多的名称，都是根据制剂在使用中所起的某一方面的作用而命名的。它们在农业上所产生的共同作用，是调节所处环境的水、气、热状态；使用时具有用水稀释，喷洒（或浸、沾）成膜的特点。这些制剂绝大多数属于有机高分子成膜物质的水乳液，或称水乳膜，有的是属于水溶性的高分子固态物如聚乙烯醇。因此，在农业上使用时能用水稀释的有机、无机高分子成膜物质称为农用液态膜。上述名称的制剂都是属于农用液态膜的范畴。

农用液态膜喷洒在物体上，根据成膜物的性质不同，膜层厚度不一样，一般在0.01毫米—25 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-10}$ 米)之间，膜层在植株上肉眼看不见，在土壤上可以见到薄膜层。

农用液态膜与固态膜——塑料地膜相比有许多异、同点。相同点：液态膜与塑料地膜多数是高分子成膜物质，有调节微气象的作用，能保水，增温，防止渗漏、促进作物生长。不同之处：液态膜是水溶性固体或乳膜，塑料地膜是不溶于水的固体；虽同是高分子成膜物质，但液态膜的分子量大，地膜的分子量大；液态膜能粘结土壤、固沙、保持水土、改良土壤结构，可与种子混合喷洒，可沾附植株、果实上成膜抑制蒸腾、防治植物病虫害，并能与土壤和水分发生物理化学作用，可翻耕与土混合，不污染土壤，无残毒，耕

作方便，地膜不具有这些特性。地膜与土不能混合，清除困难，缠绕植株茎叶上，牲畜无法食用；更重要的是这两种膜覆盖农田后，保墒、增温的原理不一样。

液态膜喷后与土壤接触紧密，膜层直接阻挡土壤中的水汽向大气中散失，地表热量通过膜层直接传入土中，从而使得蒸发量减少，蒸发潜热积累于土中，并使土温增加；地膜覆土后，不能紧密地与土壤接触，地膜层与土之间有一层薄薄的空气层，阳光透过地膜后，通过薄气层，再进入土中，土壤水分向外蒸发至薄气层中，由于外面有地膜层保护，水气不能向大气中散失，薄气层中湿度达到饱和状态，土壤与薄气层中的水气处于动态平衡，因此，土壤的蒸发量减少。热量在薄气层内不易向大气中散失，从而增加了土温。

（二）农用液态膜的应用发展过程

农业生产中某些环节若出现水分散失过度，将会造成重大损失。干旱地带、果品保鲜等对水分损失是一个非常敏感的问题。特别是果品失水与经济效益密切相关，从1926年起国外就有人采用液态膜保鲜技术。浸膜后的果实不仅水分损失减少，饱满新鲜，而且色泽鲜艳，提高了鲜果实的商品价值。因此，30—50年代液态膜保鲜已成为一种商品果实销售的竞争手段。到60—70年代具有新类型成膜乳剂如OED、蔗糖酸酯等相继研制成功，同时果实涂膜的机械化程度也日趋完善。直至今日世界各国对液态膜保鲜技术的研究仍然方兴未艾。

我国对液态膜的保鲜试验是从60年代开始的，70年代果品涂蜡已在我国兴起，也仿制了日本的虫胶、紫胶等涂料，

并从日本进口了涂果机。上述液态膜只能在果品贮藏后上市前涂果或短期贮藏使用，若果实涂蜡长期贮藏有异味发生。80年代我国研制出“京2B一号”、“京2B二号”果品保鲜膜，在四川、湖北、浙江、湖南、福建、陕西等省的柑桔产区试验，有十分好的保鲜效果，柑桔贮藏半年以上也没有怪味、异味发生。

液态膜另一个使用领域是抑制农田和水面的蒸发。因为植物生长所需的水分，大部分是通过土壤蒸发损失掉，在干旱少雨地区土壤蒸发对作物生长几乎是有害无益。因此，从30年代开始苏联就用石脑油皂覆盖农田抑制土壤蒸发。40年代美国用阴离子沥青乳剂覆土种草。到60年代用高分子成膜化学物质的水乳液覆盖农田引起了欧美各国的注意。70年代比利时研制的阳离子沥青乳剂问世，把乳化沥青技术，提高到新的水平。

水库、池塘的水分有5/6是通过蒸发损失的。因此长期以来人们都在从化学物质和实际应用上，探索抑制水面蒸发的技术。30—40年代先后由化学家迪尔、兰米尔在实验室内，进行了高级脂肪醇、高级脂肪酸在水面形成单分子膜，抑制水分蒸发的试验，但一直没有得到实际应用。50年代初美国人加斯特卡首次用十六醇抑制水面蒸发，与此同时澳大利亚曼斯菲尔德也做了类似的试验。50年代中期日本研制成功OED (C_{22} 烷基氧化乙烯醚)，在高温30—40°C下抑制蒸发效果大大高于十六醇。60年代初我国研制成功水温上升剂 (C_{19-22} 烷基氧化乙烯醚)，并仿制成OED，70年代京2A、长风3号出现(高级脂肪醇和苯酚-甲醛树脂)为我国液态膜抑制水面蒸发开辟了新的途径。在70年代初期我国研制成抑制土壤蒸发的液态膜——土面增温剂和保墒增温剂，为液态膜在我

国旱区覆盖土壤的应用打下了基础。80年代我国对阳离子沥青乳剂的保墒、增温效果正在进行深入的试验。

防治植物病虫害是液态膜使用的新领域。世界各国对植物的保护主要是靠化学农药。由于农药大量重复使用的结果，造成环境污染，而且病菌、害虫也产生抗性，使药剂失去防治效果；同时某些病害如病毒病，目前化学农药还不能防治。因此，很多人设想改善土壤或叶子表面的水、气、热状况，使其不利于病菌害虫繁殖而有利于植物生长，增强抗逆性，或用膜隔离病菌孢子浸入植物体。50年代国外用矿物油乳剂治虫，70年代用成膜法防治烟草病毒病的发生。70年代中期国外用高碳醇防治白粉病，同时期我国研制出植物防病膜剂——京2B，目前正在生产中逐步推广应用。

二、农用液态膜的种类和作用原理

(一) 农用液态膜的分类

液态膜在农业上使用效果的优劣，主要取决于成膜物质的性能和乳化液的质量。

成膜物质的来源可分三大类：一是天然高分子成膜化合物如沥青、腐殖酸、纤维素、石蜡等，可以从植物垃圾、石油、泥炭中提取。二是合成高分子成膜化合物如聚丙烯酰胺、聚丙烯腈、苯酚-甲醛树脂等，利用现代合成化学技术，以一种、两种或数种单体为材料聚合或缩合成高分子成膜化合物。第三类为混合型，即天然、合成成膜物质的复配物。为了改进液态膜的性能，使其具有一膜多效的作用，因此往往将天然的与合成的高分子成膜物质配合使用，有时还混入其他化学物如农药、肥料、微量元素、激素等。

根据液态膜在农业使用中发挥的作用不同大致分类如下。

1. 抑制蒸散液态膜

(1) 抑制土壤蒸发液态膜 这类物质种类繁多如沥青乳剂、合成脂肪酸渣、酸渣-沥青制剂、酸渣-高碳醇制剂、苯酚-甲醛树脂等。这一类液态膜，除能抑制土壤蒸发外，还具有增加土温、降低土温、改良土壤结构、固沙、保持水土、防渗透、压盐、促进土壤微生物的活动、提高土壤中有效养分的含量、促使作物生长发育良好的作用。通过反光降低土温减少蒸发的液态膜，在高温季节可减轻蔬菜病毒病的

危害。

(2) 抑制水面蒸发的液态膜 这类膜主要是动植物油、高碳醇、 C_{18-22} 烷基氧化乙烯醚(俗称水温上升剂)、OED等。这些物质不仅可抑制水面蒸发,而且具有增加水温,抑制植物蒸腾的作用。

(3) 抑制植物蒸腾的液态膜 长风三号、京2A、高碳醇和高碳酸的混合物等是常用的抑制植物蒸腾的物质。这类物质还能减少植物结露,增加叶温和促进水稻提前开花。

2. 防治病虫害的液态膜

主要是植物防病膜剂—京2B,聚丙烯酸钠、矿物油乳剂、卵磷脂等。这些液态膜用水稀释后喷洒在植株和害虫体上有防治病虫害的作用。对白粉病、病毒病、红蜘蛛、白粉虱有较好的防治效果。

3. 果品保鲜液态膜

用于果品保鲜的液态膜也称涂料。分两种类型。

(1) 疏水膜 石蜡、棕榈蜡、虫蜡、蜂蜡等属于这类物质。适宜果品短期贮藏用。

(2) 亲水膜 京2B一号、京2B二号、OED、淀粉、蔗糖酸酯等。这类液态膜可用于果品长期贮藏。上述两类液态膜能减少果品的水分损失,保持新鲜,增加果皮光泽;同时有一定的防腐作用,若加入少量杀菌剂,其保鲜、防腐效果剧增。

(二) 农用液态膜的作用原理

1. 抑制蒸散

液体或固体转化为气态水的物理过程称为蒸发。水分经

过植物体蒸发的过程称为蒸腾。土壤水分变为气态的物理过程称为土壤蒸发。自然界土壤蒸发与植物蒸腾是同时发生的,所以农田表面水分输送到大气中的总过程称为蒸散,实质上蒸散包括了土壤蒸发和植物蒸腾的两个过程。

液态膜用于农业抑制蒸散,主要靠膜层阻止水气分子向大气中散失;反光降温也可减少农田的蒸散。由于成膜物质不同,其作用原理也不一样。

(1) 抑制土壤蒸发

成膜覆盖法:农用液态膜如沥青乳剂、合成酸渣制剂等,喷在地表形成连续均匀的多分子膜层。由于膜的阻抗作用,使水分子向大气中散失减少,因而能抑制土壤蒸发。膜层对水气的阻抗简称膜阻。膜阻的大小主要取决于成膜物质的物理特性及分子结构。膜阻大抑制蒸发的效果好,膜阻小抑制蒸发的效果差。蒸发与膜阻之间的关系可用以下公式表达:

$$Es = \frac{\rho C(e_{0s} - e_a)}{Lv(r_a + r_s)} \dots\dots \textcircled{1}$$

式中Es是通过覆盖膜的土壤蒸发值, ρC 是干空气的容积热容量 (ρ 为空气密度, C 为空气比热。), e_{0s} 是膜层靠近土壤一面的水气压, e_a 是高地表某一高度的水气压 (在该高度上覆盖膜的影响已消失,因此在这高度膜层上空和裸地上空的水气压相等), L 是蒸发潜热的转换系数, v 是干湿表常数, r_s 是膜阻, r_s 是空气阻力, 与风速 u 、地表粗糙度 Z_0 、抬高层高度 d 、卡曼常数 K 等参数有关。 r_s 值一般为 0.1—1 或 2 秒/厘米。由于 r_s 基本是一常数,从①式得知 r_s 与蒸发量成反比,若膜阻值很大,膜层覆盖下的水分蒸发值就很小。将①式变换后得膜阻的计算公式如下:

$$r_s = \frac{\rho C(e_{0s} - e_a)}{L_1 E_s} - r_a \dots\dots \textcircled{2}$$

根据实验计算求得三种液态膜层的膜阻。详见表1。当膜表面出现裂纹以后，膜的连续性差，膜阻值大大减少；不同的成膜制剂膜阻也不相同。表中说明酸渣—沥青制剂的膜阻值最大。

不同液态膜的膜阻值（单位，秒/厘米） 表 1

测定日期	测定方法	酸渣—沥青 制剂	酸渣—高碳 醇制剂	粘 土	备 注
10月 10日	测定箱内 小蒸发皿	26.3	15.1		
10月 10日	野外大蒸 发皿	27.2	13.0	3.8	
10月 11日	野外大蒸 发皿	21.3	13.0	5.9	
10月 12日	野外大蒸 发皿	13.5	7.7	6.7	表面出现 裂纹

蒸发要消耗大量的热量。一克液态水蒸发需 580 卡的热量，一克冰蒸发需 680 卡的热量，由于冰蒸发没有经过液体阶段，因此耗热量比液态水蒸发大。作物生长季节土壤中主要是液态水，土壤水分蒸发将耗去大量热量，从而使土温降低。液态膜覆盖后蒸发量减小，蒸发潜热积累在土壤中，从而使土温增加。同时液态膜层的颜色较深，一般为黑色或深褐色，在粗糙土表容易吸收太阳辐射能，这也是液态膜能增温的因素。

蒸发量的大小，土温的变化与吸收太阳辐射能的多少密切相关。因此，喷洒液态膜后在阴天时，土壤吸收太阳辐射