江苏省地方标准

《作物全生物降解地膜覆盖栽培技术规程》

编 制 说 明

一、目的意义

农膜作为一种重要的农业生产资料，具有防虫、防草、保墒、保温等作用，可有效提高农作物生产效率，在农业生产方面发挥着巨大贡献。据不完全统计，我国年使用薄膜总量超过250万吨，其中地膜约147万吨，占全球的75%，地膜覆盖面积近2.76亿亩，约占耕的13.2%。由于目前农业生产使用的薄膜为PE薄膜，结构十分稳定，地膜的大量使用和缺乏有效的回收导致“白色污染”，已经成为农业生产的一项新的污染问题。江苏省作为农业大省，年均使用农膜量约 11 万吨，其中地膜使用量占比约 40%，处于全国中等水平。我省地膜覆盖总体呈现出“两多一少”的特点：一是地膜覆盖作物种类多，主要以蔬菜、特粮特经作物为主，花卉、水果等为辅，涉及了番茄、辣椒、绿色叶菜、花生、玉米等50多种作物；二是地膜应用茬口多，地膜覆盖技术几乎贯穿全年农业生产，包括露地蔬菜、花生，设施蔬菜秋延后、冬春、越冬以及玉米-大蒜等间套种茬口，类型极为丰富；三是地膜覆盖规模化面积少，江苏土地资源紧缺，覆膜作物及茬口类型多样，小农户占比较大，为农膜回收推进、新型技术推广等工作增加不少难度。

为应对农膜污染，近年来中央和各级政府出台了一系列政策文件。2017年农业农村部印发《农膜回收行动方案》明确要求到2020年农膜回收率达80%以上。2019年，农业农村部、国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、生态环境部、国家市场监督管理总局联合发布《加快推进农用地膜污染防治的意见》，要求到2025年，农膜基本实现全回收，全国地膜覆盖实现零增长，地膜残留量实现负增长，农田白色污染得到有效防控。2020年印发了《农用薄膜管理办法》，按照全链条监督管理的思路，要求构建覆盖农用薄膜生产、销售、使用、回收等环节的监管体系；政策的制定和落实，促进农膜减量和替代使用、残膜回收等多种方式治理农膜污染，农膜污染治理取得了良好成效，农田“白色污染”加剧的趋势得到有效遏制，废旧农膜回收利用体系初步建立。但生产中还存在源头监管不严、部分农户回收积极性不高、回收再利用成本高等问题，农田“白色污染”治理的长效机制还有待完善。江苏省政府办公厅发布《关于加强废旧农膜回收利用工作的实施意见》（苏政办发2018（60）号）文件，全面开展农业生产农膜污染治理工作。从实践效果来看，农膜污染治理的难点是地膜污染，关键是地膜应用面广量大、回收难。

2015年以来，农业农村部开展了全国不同典型类型区生物降解地膜试验评价，将全生物降解地膜列入重点研究项目，我省从2020年起连续4年承担了相关任务；2022年农业农村部启动地膜科学使用回收试点工作，我省从2023年起也承担了相应的试点工作，每年推广全生物降解地膜10万亩。2019年起，江苏省财政设立专项资金连续5年实施“地膜减量替代技术试验”、“地膜减量替代技术示范推广”等项目，全省各市也依托市级、县级财政开展地膜减量替代技术试验示范工作，据不完全统计，近年全省开展全生物降解膜在蔬菜及特色粮经作物中的试验示范数达100多个，试验示范点累计超过400个。全生物降解地膜表现出自然降解、对环境无害等优势，在薯芋类、茄果类、瓜类蔬菜上应用效果较好，但是由于降解地膜品种多样、质量良莠不齐，生产者也缺乏科学指导和盲目引进使用，暴露出地膜材质不合适、地膜提前裂解、大棚栽培难降解等诸多问题，导致作物减产、用工增多、成本提高，严重打击了生产者对降解地膜的使用信心，阻碍了全生物降解地膜在生产上的推广应用。因此急需开展相关标准制定工作，为生产者提供一个可参考、易操作、规范化的作物全生物降解地膜覆盖栽培技术方案，加快推进江苏省农业产业高质量发展。

二、任务来源

根据江苏省市场监督管理局《关于下达2024年度江苏省地方标准制修订计划的通知》（苏市监标〔2024〕143号），标准制定计划表中《作物全生物降解地膜覆盖栽培技术规程》（序号180）由江苏省农业技术推广总站等单位负责编制。

三、编制过程

1、制定标准编制草案

在标准的起草阶段，标准制定小组成员查询相关标准情况，并讨论制定了标准编制草案，明确任务分工和工作进度计划。

2、制定标准编制征求意见稿

依据2019～2023年江苏省作物全生物降解地膜覆盖栽培技术体系试验数据和示范经验，结合项目组每年召开2-3次技术交流总结会讨论结果，以及项目组在省级刊物上发表16篇文章内容，同时查阅参考了大量文献资料，按GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，起草完成了征求意见稿。

2、初审

开展研讨活动5次，分别送部省市区各级研究院所及推广单位专家和主体代表进行审查修改，共收到来自12个单位12位专家的63条修改意见，其中采纳41条，部分采纳9条，未采纳13条。根据专家意见，对全生物降解地膜规格参数和田间管理措施等进行了重点修改，形成审查文件。

3、终审

邀请5个单位，5位专家召开审查会，最终收到27条意见，采纳27条，根据专家意见对技术规程和编制说明进行修改，形成最终文件。

四、主要内容技术指标确立

本标准确定的原则是切合实际、措施具体、操作简便、科学规范、技术先进、逻辑严谨和文字简明。主要技术指标来源于标准起草人员工作积累以及国内外文献，并经提炼论证，具有科学性、实用性和指导性。同时，对本标准中涉及的关键技术进行了试验验证，明确了全生物降解膜降解的性能和节本增收作用效果。

（一）主要试验或验证的分析

本项目从2019年开始开展了多种作物全生物降解地膜覆盖栽培试验，比较了聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯（PBAT）、聚乳酸（PLA）等材质的黑色降解地膜在芋头、番茄、黄瓜、松花菜等多种作物生产上的应用效果。

**1芋头全生物降解地膜覆盖栽培试验**

1.1通过全生物降解地膜对芋头产量的研究显示，覆盖全生物降解地膜表现出明显增产效果：露地栽培中，覆盖PLA降解地膜较PE地膜增产约22%，其次是PBAT降解地膜，增产13%左右；设施栽培条件下，覆盖PLA降解地膜较PE地膜增产约8%，其次是PBAT降解地膜，增产2%左右。分析产量构成可知，覆盖全生物降解地膜的生长密度略高于PE地膜，而且单个子孙芋质量较大，单株子孙芋重量较多。表明覆盖全生物降解地膜有利于芋头营养生产和养分积累，提高单株生产能力，具有较好的增产效果。

**表2 覆盖不同地膜的芋头产量统计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **栽培方式** | **地膜类型** | **密度/株**  **·（667 m2）-1** | **单个子孙芋质量/g** | **单株子孙芋数/个** | **单株子孙芋产量/g** | **折合产量/**  **kg·（667 m2）-1** | **产量较PE地膜±%** |
| 露地栽培 | PLA降解地膜 | 2729 | 55.96 | 9.9 | 553.79 | 1757.07 | +22.5 |
| PBAT降解地膜 | 2611 | 56.21 | 10.2 | 568.52 | 1628.65 | +13.5 |
| PE地膜 | 2577 | 53.33 | 10.4 | 554.63 | 1434.83 | — |
| 设施栽培 | PLA降解地膜 | 2309 | 49.82 | 12.9 | 642.70 | 1481.42 | +8.4 |
| PBAT降解地膜 | 2223 | 47.41 | 13.0 | 628.58 | 1397.33 | +2.3 |
| PE地膜 | 2305 | 42.04 | 14.1 | 592.81 | 1366.42 | — |

1.2通过全生物降解地膜对芋头植株长势的研究显示，覆盖全生物降解地膜的芋头长势与PE地膜基本持平：覆盖PLA和PBAT降解地膜的芋头株高、叶长、叶宽等生长势数据与PE地膜无明显差异，出苗期较PE地膜晚1-4天，但覆盖PLA和PBAT降解地膜的出苗率较PE地膜提高3%～12%。表明覆盖全生物降解地膜具有与 PE 地膜同等的促进芋头种苗发育和营养体生长效果。

**表3 覆盖不同地膜的芋头长势统计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **年份** | **地膜类型** | **出苗期/月-日** | **出苗率/%** | **株高/cm** | **叶鞘长/cm** | **叶长/cm** | **叶宽/cm** |
| 2019 | PLA降解地膜 | 05-08 | 87.50 | 107.00 | 55.00 | 52.33 | 46.33 |
| PBAT降解地膜 | 05-06 | 78.70 | 111.33 | 58.33 | 53.67 | 48.00 |
| PE地膜 | 05-04 | 75.46 | 106.00 | 53.67 | 55.33 | 48.67 |
| 2020 | PLA降解地膜 | 05-07 | 88.71 | 101.33 | 53.17 | 46.67 | 39.00 |
| PBAT降解地膜 | 05-04 | 96.77 | 106.33 | 58.33 | 45.83 | 39.17 |
| PE地膜 | 05-03 | 86.02 | 106.83 | 59.33 | 44.50 | 37.67 |

1.3开展全生物降解地膜对土壤温度的影响研究，对芋头覆膜处理的表层土壤温度和土层10cm土壤温度进行连续记录，结果显示覆盖全生物降解地膜的土壤温度变幅与PE地膜类似：覆盖PLA和PBAT降解地膜的膜下表层土壤温度日变化幅度较小，分别为20.3℃～20.7℃（2019年）和15.6℃～15.9℃（2020年）；10cm土层深度下，覆盖全生物降解地膜和PE地膜的温度日变化幅度无明显差异，分别为7.2～7.7℃（2019年）和7.6～8.0℃（2020年）。表明覆盖全生物降解地膜具有与PE地膜相同的稳定地温效果，可保证田间表层土壤温度相对稳定。

**表4覆盖不同地膜的土壤温度结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **年份** | **地膜类型** | **膜下表层0cm土壤温度/℃** | | | | **膜下土层10cm土壤温度（℃）** | | | |
| **日最高温度** | **日最低温度** | **日极差温度** | **平均温度** | **日最高温度** | **日最低温度** | **日极差温度** | **平均温度** |
| 2019 | PLA降解地膜 | 37.8 | 17.5 | 20.3 | 24.4 | 25.4 | 18.0 | 7.4 | 22.4 |
| PBAT降解地膜 | 38.7 | 18.0 | 20.7 | 25.1 | 24.6 | 17.4 | 7.2 | 22.5 |
| PE地膜 | 39.7 | 18.0 | 21.7 | 24.2 | 25.3 | 17.6 | 7.7 | 22.3 |
| 2020 | PLA降解地膜 | 34.4 | 18.8 | 15.6 | 25.8 | 27.1 | 19.4 | 7.7 | 24.5 |
| PBAT降解地膜 | 34.6 | 18.7 | 15.9 | 25.1 | 26.8 | 19.2 | 7.6 | 24.2 |
| PE地膜 | 38.5 | 20.0 | 18.5 | 25.9 | 27.7 | 19.7 | 8.0 | 24.7 |

1.4通过全生物降解地膜的田间控草效果研究，发现覆盖全生物降解地膜的控草效果略逊于PE地膜：覆盖降解地膜的田间杂草数量较多，主要为空心莲子草、猪殃殃等后发杂草，而对打碗花、心叶黄花稔等阔叶杂草的防控效果较好，而且行间杂草数量仅在降解地膜进入大裂期后开始增多，在芋头苗期和发棵期的控草效果与PE地膜无明显差异。因此，覆盖全生物降解地膜对芋头早期生长和阔叶杂草的防草效果与 PE 地膜相当，但对于后发杂草的控制效果略差。

**表5 覆盖不同地膜的控草效果**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **地膜类型** | **杂草种类及数量/棵·m-2** | | | | | **较PE地膜±%** |
| **打碗花** | **心叶黄花稔** | **空心莲子草** | **猪殃殃** | **合计** |
| PLA降解地膜 | 4.0 | 2.0 | 9.3 | 21.3 | 36.7 | +96.4 |
| PBAT降解地膜 | 5.3 | 0.0 | 9.3 | 18.7 | 33.3 | +78.6 |
| PE地膜 | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 12.0 | 18.7 | — |

1.5对全生物降解地膜田间裂解时间进行研究，结果显示，露地栽培中PLA降解地膜最先裂解，一般在覆膜后35天左右出现裂缝，开裂期、大裂期和碎裂期分别为覆膜后50天、60天和80天左右，PBAT降解地膜开裂时间较PLA降解地膜晚7～15天；在大棚栽培中，PLA和PBAT降解地膜的裂解期无明显差异，一般在覆膜后60天左右开始出现裂缝，开裂期、大裂期分别为覆膜后85天和120天左右，在芋头成熟期进入碎裂期，表明设施栽培条件下的地膜裂解速度较露地栽培放缓，可能与大棚内土壤湿度和光照强度等因素有关。由于芋头生产需要在球茎膨大前（6月上中旬）揭开地膜进行壅土追肥，而PLA降解黑地膜一般在6月上旬进入大裂期，可以满足芋头生产农艺措施要求。因此PLA降解地膜更适宜于芋头露地生产，而大棚芋头栽培需要选择裂解周期较短的全生物降解地膜。

**表6不同地膜的裂解时间情况统计**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **栽培方式** | **地膜类型** | **覆膜期/月-日** | **起始期/月-日** | **开裂期/月-日** | **大裂期/月-日** | **碎裂期/月-日** |
| 露地栽培 | PLA降解地膜 | 03-25 | 05-05 | 05-17 | 05-28 | 06-14 |
| PBAT降解地膜 | 03-25 | 05-12 | 05-28 | 06-14 | 06-25 |
| PE地膜 | 03-25 | — | — | — | — |
| 设施栽培 | PLA降解地膜 | 02-27 | 04-28 | 06-05 | 07-10 | 08-12 |
| PBAT降解地膜 | 02-27 | 05-02 | 05-09 | 07-16 | 08-20 |
| PE地膜 | 02-27 | — | — | — | — |



**图1 膨大期直接在降解地膜上壅土**

1.6开展土壤残膜降解情况研究，在芋头收获后将全生物降解地膜直接原位还田，在机械耕翻后（收获后50天左右）和后茬播种前（收获后120天左右）对田间残膜进行定点调查：收获耕翻后，还田的PLA和PBAT降解地膜田间残膜少、碎片小，残膜质量较播种覆膜时分别减少89.1%和83.8%；后茬播种前田间已无明显残膜，PLA和PBAT降解地膜的残膜质量较播种覆膜时分别减少93.0%和91.1%。因此，全生物降解地膜可以在芋头收获后直接还田，不影响机械耕翻，经过低温冻融后，田间自然降解率可达90%左右。表明覆盖全生物降解地膜对芋头后茬生产和农事操作无影响。

**表7 覆盖不同地膜的残膜降解情况比较**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **地膜类型** | **收获后50天** | | | **收获后120天** | | | **残膜降解率/%** |
| **残膜面积/m2·m-2** | **残膜质量/g·m-2** | **残膜质量较PE±%** | **残膜面积/m2·m-2** | **残膜质量/g·m-2** | **残膜质量较PE地膜±%** |
| PLA降解地膜 | 0.14 | 1.83 | -89.1 | 0.01 | 0.16 | -93.3 | 93.0 |
| PBAT降解地膜 | 0.21 | 2.72 | -83.8 | 0.01 | 0.19 | -92.3 | 91.1 |
| PE地膜 | 0.82 | 16.74 | — | 0.12 | 2.44 | — | — |

1.7通过对全生物降解地膜生产效益的研究，发现覆盖全生物降解地膜节省人工效果较好，用工成本较PE地膜减少180元/亩～220元/亩，主要是节省了壅土揭膜和地膜回收用工，农资成本虽然较PE地膜每亩增加140元～160元（主要为降解地膜成本），但覆盖全生物降解地膜的亩均收入仍高于PE地膜。覆盖PLA降解地膜的纯利润最高，较PE地膜提高约14%～49%，表明PLA降解地膜更适于芋头生产。

**表8 覆盖不同地膜的效益比较效果**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **栽培方式** | **地膜类型** | **用工成本/元**·（667 m2）-1 | **农资成本/元**·（667 m2）-1 | **销售收入/元**·（667 m2）-1 | **纯利润/**  **元**·（667 m2）-1 | **纯利润较PE地膜±%** |
| 露地栽培 | PLA降解地膜 | 1060 | 2660 | 8785 | 5065 | +49.24 |
| PBAT降解地膜 | 1060 | 2660 | 8143 | 4423 | +30.32 |
| PE地膜 | 1280 | 2500 | 7174 | 3394 | — |
| 设施栽培 | PLA降解地膜 | 1240 | 2790 | 11851 | 7821 | +13.99 |
| PBAT降解地膜 | 1240 | 2790 | 11179 | 7149 | +4.19 |
| PE地膜 | 1420 | 2650 | 10931 | 6861 | — |

****

**图2 芋头全生物降解地膜覆盖栽培技术示范**

**2番茄全生物降解地膜覆盖栽培试验**

2.1通过全生物降解地膜对番茄植株长势的研究显示，定植后35天，叶片数均大于CK，2>4>5>6>3>1>CK；株高均高于CK，4>1>6>5>3>2>CK；处理茎粗均大于CK，茎粗：2>3>4>1>6>5>CK；叶片长：2>4>CK>1>6>5>3；叶片宽：1>2>3>5>CK>6>4；花序间隔节位：CK>4>3>5>6>1>2；始花节位均低于CK，CK>4>3>2>5>6>1；处理始花期均为定植后20天，CK为21天。

**表9 定植后35天调查番茄生长指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **叶片数** | **株高**  **（cm）** | **茎粗**  **（mm)** | **叶长**  **(cm)** | **叶宽**  **（cm）** | **花序间**  **隔节位** | **始花**  **节位** | **始花期**  **（d）** |
| 1 | HLDM01（A） | 15.00 | 84.60 | 7.36 | 4.94 | 5.25 | 8.02 | 5.46 | 20 |
| 2 | HLDM02（B） | 15.71 | 80.79 | 7.97 | 5.67 | 5.13 | 7.94 | 5.61 | 20 |
| 3 | HLDM03（C） | 15.33 | 82.63 | 7.71 | 4.38 | 4.96 | 8.33 | 5.74 | 20 |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 15.58 | 84.54 | 7.57 | 5.45 | 4.25 | 8.44 | 5.81 | 20 |
| 5 | 木质素（木） | 15.40 | 83.53 | 7.27 | 4.46 | 4.88 | 8.27 | 5.58 | 20 |
| 6 | S0.01（苏） | 15.38 | 83.63 | 7.33 | 4.58 | 4.63 | 8.15 | 5.47 | 20 |
| CK | PE | 14.83 | 79.42 | 7.05 | 5.40 | 4.75 | 8.52 | 5.85 | 21 |

2.2通过全生物降解地膜对番茄果实性状及产量的研究显示，各处理的果实单果重均大于CK，且折合667㎡产量均大于CK。其中3号地膜（HLDM03）增产最高，达到11.97%，2号地膜（HLDM02）增产最低，为1.21%。3号、 4号、5号处理的樱桃番茄可溶性固形物含量和可溶性糖含量低于CK，但可溶性蛋白含量显著高于CK。番茄红素含量5>CK>1>3>2>4>6；粗纤维含量差异不大；1>2>3>5=6=7>4；维生素C含量1>CK>2=5>6>4>3。

**表10 番茄果实性状及产量**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **果实横径(mm)** | **果实纵径(mm）** | **平均单果重 （g)** | **小区均产(kg)** | **折合亩产 (kg/667㎡)** | **增产（%）** |
| 1 | HLDM01（A） | 29.32 | 34.09 | 17.81 | 67.45 | 2249.46 | 9.09% |
| 2 | HLDM02（B） | 30.05 | 32.59 | 18.97 | 62.58 | 2087.04 | 1.21% |
| 3 | HLDM03（C） | 30.35 | 32.49 | 19.19 | 69.22 | 2308.49 | 11.97% |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 30.11 | 32.28 | 18.65 | 65.49 | 2284.09 | 10.79% |
| 5 | 木质素（木） | 30.19 | 32.55 | 18.85 | 65.81 | 2194.76 | 6.45% |
| 6 | S0.01（苏） | 31.19 | 33.63 | 20.73 | 63.83 | 2128.73 | 3.23% |
| CK | PE | 29.69 | 31.76 | 17.79 | 61.83 | 2061.70 | 0% |

**表11 番茄品质性状测定**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **可溶性固形物（%）** | **可溶性蛋白（mg/g鲜重）** | **可溶性糖 （mg/g鲜重）** | **番茄红素 （μg/g鲜重）** | **粗纤维** | **维生素C （mg/g鲜重）** |
| 1 | HLDM01（A） | 8.3 | 0.178 | 48.3 | 53.90 | 1.70% | 36.3 |
| 2 | HLDM02（B） | 8.2 | 0.182 | 46.5 | 45.96 | 1.60% | 33.2 |
| 3 | HLDM03（C） | 7.9 | 0.260 | 49.0 | 46.33 | 1.40% | 28.4 |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 7.7 | 0.223 | 43.8 | 42.58 | 1.10% | 31.0 |
| 5 | 木质素（木） | 7.6 | 0.223 | 44.6 | 70.79 | 1.20% | 33.2 |
| 6 | S0.01（苏） | 8.1 | 0.167 | 41.5 | 39.32 | 1.20% | 31.9 |
| CK | PE | 8.1 | 0.147 | 47.4 | 60.49 | 1.20% | 34.6 |

2.3通过全生物降解地膜对番茄生产土壤理化性质调查的研究显示，所有参试的全生物降解地膜土壤样品pH值均小于CK（CK>1>4>6>3>2>5），且全氮含量（4>1>5>6>3>2>CK）和有效氮含量（3>6>2>5>4>1>CK）均大于CK。碱解氮含量除2号和6号土壤略低于CK外，其余处理的碱解氮含量均高于CK（4>1>3>5>CK>6>2）。全磷：5>6>3>1>2>CK>4；全钾：1=6>CK>5>3>2>4；速效钾：3>6>2>5>4>1>CK。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **pH** | **EC （ms/m）** | **全氮 （g/kg）** | **全磷 （g/kg）** | **全钾 （g/kg）** | **碱解氮（mg/kg）** | **有效氮（mg/kg）** | **速效钾 （mg/kg）** |
| 1 | HLDM01（A） | 6.13 | 2.95 | 3.20 | 2.462 | 16.0 | 815 | 373.4 | 720 |
| 2 | HLDM02（B） | 5.05 | 1.49 | 2.48 | 2.390 | 14.9 | 391 | 458.6 | 446 |
| 3 | HLDM03（C） | 5.28 | 2.00 | 2.64 | 2.515 | 15.2 | 745 | 498.6 | 680 |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 6.08 | 2.90 | 3.38 | 1.337 | 8.3 | 987 | 422.9 | 441 |
| 5 | 木质素（木） | 5.03 | 1.83 | 2.77 | 2.732 | 15.4 | 649 | 434.1 | 585 |
| 6 | S0.01（苏） | 5.70 | 1.85 | 2.69 | 2.637 | 16.0 | 473 | 459.4 | 365 |
| CK | PE | 6.74 | 1.49 | 2.37 | 2.056 | 15.6 | 475 | 303.2 | 475 |

**表12 土壤理化性质**

2.4通过全生物降解地膜对番茄生产土壤理化性质调查的研究显示，至6月29日番茄生产地块拉秧前，所有参试全生物降解膜均韧性下降，轻轻撕扯极易碎裂，在植株覆盖情况下，腐殖酸进入大裂期，HLDM01、HLDM02、HLDM03、木质素与苏州中达航进入开裂期，对照普通PE膜无变化。

**表13 地膜降解情况观测记录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **40d(3/22)** | **80d(5/1)** | **95d(5/15)** | **110d(6/1)** | **125d(6/15)** | **135d(6/25)** |
| 1 | HLDM01（A） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 诱导期 | 开裂期 |
| 2 | HLDM02（B） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 诱导期 | 开裂期 |
| 3 | HLDM03（C） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 诱导期 | 开裂期 |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 开裂期 | 大裂期 |
| 5 | 木质素（木） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 开裂期 | 开裂期 |
| 6 | S0.01（苏） | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 诱导期 | 开裂期 |
| CK | PE | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 |

2.5通过全生物降解地膜对番茄生产经济效益的研究显示，全生育期统一生产管理，除去相同成本外，按照每亩用膜成本，整地成本，增产效益分析效益。根据市场调查生物降解膜每亩成本220元，普通地膜每亩成本97.5元。整地成本（人工+机器损耗）100元/天。樱桃番茄市场价10元/KG。2024年7月5日生产地块翻耕，翻耕前统一人工收卷地膜，不进行田间残余捡拾，由表8可知，参试地膜均可增加亩产效益，3>4>1>5>6>2>CK。春季设施内使用全生物降解地膜可提高樱桃番茄产量，保证番茄品质，提高经济效益。

**表14 番茄生产效益分析**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **膜成本增加/元** | **折合亩产(kg/亩)** | **总收入 （元/亩）** | **增加收入（元/亩）** | **增加效益（增加收入-膜成本增加-整地人工增加）元/亩** |
| 1 | HLDM01（A） | 122.5 | 2249.46 | 22494.6 | 2147.6 | 2025.1 |
| 2 | HLDM02（B） | 122.5 | 2087.04 | 20870.4 | 523.4 | 400.9 |
| 3 | HLDM03（C） | 122.5 | 2308.49 | 23084.9 | 2737.9 | 2615.4 |
| 4 | 腐殖酸（腐） | 122.5 | 2284.09 | 22840.9 | 2493.9 | 2371.4 |
| 5 | 木质素（木） | 122.5 | 2194.76 | 21947.6 | 1600.6 | 1478.1 |
| 6 | S0.01（苏） | 122.5 | 2128.73 | 21287.3 | 940.3 | 817.8 |
| CK | PE | 0 | 2061.70 | 20347 | 0 | 0 |

**3黄瓜全生物降解地膜覆盖栽培试验**

3.1通过全生物降解地膜对黄瓜生长指标的研究显示，参试地膜在定植后31天，生长指标表型各不相同。叶片数：1>2>CK；参试地膜中全生物降解地膜株高均高于CK，2>1>CK；参试地膜中全生物降解地膜叶长、叶宽、茎粗和始花节位均大于CK，叶长：2>1>CK；叶宽：2>1>CK；第一雌花节位茎粗：2>1>CK，始花节位：1>2>CK；所有参试地膜始花期均为定植后25天。

**表15 定植后31天调查黄瓜生长指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **叶 片数** | **株高 （cm）** | **叶长 (cm)** | **叶宽 （cm）** | **第一雌花节位茎粗（mm)** | **第一雌花节位** | **始花期 （d）** |
| 1 | 降解膜1 | 16.43 | 124.05 | 21.58 | 24.74 | 8.13 | 3.74 | 25 |
| 2 | 降解膜2 | 16.29 | 126.32 | 22.45 | 25.48 | 8.19 | 3.69 | 25 |
| CK | PE | 15.87 | 121.77 | 19.43 | 23.62 | 7.98 | 3.63 | 25 |

3.2通过全生物降解地膜对黄瓜果实性状及产量的研究显示， 可溶性总糖2>1>CK，可溶性蛋白2>1>CK，维生素C含量2>1>CK，粗纤维含量CK>2=1，可溶性固形物2>CK>1，2号地膜的所有果实品种性状均优于CK。产量方面，1号与2号参试地膜产量均高于CK，其中2号地膜（中国农科院腐殖酸全生物降解膜）增产最高，达到17.56%，1号地膜（中国农科院木质素全生物降解膜）增产13.94%。

**表16 黄瓜果实性状及产量**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **可溶性总糖（mg/g）** | **可溶性蛋白（mg/g）** | **维生素C（mg/100g）** | **粗纤维** | **可溶性固形物** | **折合亩产** | **增产** |
| 1 | 降解膜1 | 27.06 | 0.99 | 4.81 | 0.01 | 4.23 | 652.18 | 13.94% |
| 2 | 降解膜2 | 21.06 | 1.12 | 4.89 | 0.01 | 5.17 | 672.86 | 17.56% |
| CK | PE | 28.19 | 0.71 | 4.33 | 0.02 | 4.40 | 572.37 | 0% |

3.3通过对黄瓜全生物降解地膜降解情况的研究显示，至12月8日黄瓜生产地块拉秧后，1号地膜和CK普通PE地膜未出现明显裂痕，未达到进入大裂期要求。2号地膜韧性降低程度较1号稍高，进入大裂期，且地膜在拉秧后随机破碎，失去完整性，使用小型农具即可翻耕入土。

**表17 地膜降解情况观测记录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **20d(9/28)** | **40d(10/18)** | **60d(15/7)** | **70d（11/17）** | **80d(11/27)** | **90d(12/7)** |
| 1 | 降解膜1 | 无变化 | 韧性下降 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 开裂期 |
| 2 | 降解膜2 | 无变化 | 韧性下降 | 韧性下降 | 诱导期 | 开裂期 | 大裂期 |
| CK | PE | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 | 无变化 |

3.4通过对全生物降解地膜覆盖土壤理化性质的研究显示，pH值1>CK>2，试验后土壤pH值均在合理范围内。EC值1>CK>2。全氮1>2>CK，全磷1>2>CK，全钾1>2=CK。土壤主要元素中，氮和磷的含量充足，较为缺钾。供试地膜土壤与CK土壤的营养元素无明显差异。碱解氮1>CK>2，有效氮2 >1>CK，速效钾1>CK>2。2号地膜试验区的土壤元素（全氮、全磷、全钾、碱解氮和速效钾）流失多于1号地膜试验区，且2号地膜试验区的土壤元素（碱解氮和速效钾）流失多于CK地膜试验区，这很好得解释了2号地膜试验区黄瓜的高产优质。

**表18 土壤理化性质调查表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **pH** | **EC （us/cm）** | **全氮 （g/kg）** | **全磷 （g/kg）** | **全钾 （g/kg）** | **碱解氮 （mg/kg）** | **有效氮（mg/kg）** | **速效钾（mg/kg）** |
| 1 | 降解膜1 | 5.35 | 1453.67 | 2.92 | 2.89 | 13.70 | 572.49 | 486.44 | 651.40 |
| 2 | 降解膜2 | 5.29 | 1258.00 | 2.90 | 2.80 | 12.90 | 504.09 | 507.70 | 479.51 |
| CK | PE | 5.33 | 1407.00 | 2.82 | 2.65 | 12.90 | 542.49 | 438.41 | 618.30 |

3.5通过全生物降解地膜对黄瓜生产经济效益的研究显示，全生育期统一生产管理，除去相同成本外，按照每亩用膜成本，整地成本，增产效益分析效益。根据市场调查生物降解膜每亩成本220元，普通地膜每亩成本97.5元。整地成本（人工+机器损耗）100元/天。水果黄瓜市场价10元/KG。生产地块翻耕时，地膜有明显缠绕机器现象，直接翻耕效果不理想，最终采取手工收膜。由表5可知，参试地膜均可增加亩产效益，2>1>CK。

**表19 黄瓜生产效益分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **处理** | **膜成本增加/元** | **整地人工增加（人工+机器损耗）元/亩** | **折合亩产 (kg/亩)** | **总收入**  **（元/亩）** | **增加收入 （元/亩）** | **增加效益（增加收入-膜成本增加-整地人工增加）元/亩** |
| 1 | 降解膜1 | 122.5 | 0 | 652.18 | 6521.8 | 798.1 | 675.6 |
| 2 | 降解膜2 | 122.5 | 0 | 672.86 | 6728.6 | 1004.9 | 882.4 |
| CK | PE | 0 | 0 | 572.37 | 5723.7 | 0 | 0 |

**4松花菜全生物降解地膜覆盖栽培试验**

4.1通过全生物降解地膜对土壤温度的研究显示，未覆膜CK1的土壤温度变化最大，覆膜处理的土壤温度变化幅度相对较小，地表土壤温度日变化幅度为3.1～25.4℃，-10cm土深的土壤温度日变化幅度为6.6～24.1℃。覆膜前期7种覆膜处理地表温度及-10cm土壤温度基本高于CK1，尤其在凌晨5点，7种覆膜处理地表温度较CK1高0.2～5.6℃，-10cm土壤温度较CK1高0～2.2℃。覆膜后期，强化膜和降解膜4的地表温度及-10cm土壤温度基本高于CK1。

**图3 地表土壤温度变化**

**图4 -10cm土壤温度变化**

4.2通过全生物降解地膜对土壤湿度的研究显示，各类降解膜、强化膜和CK2覆盖下的地表含水率同CK1变化基本一致，地表土壤湿度随空气湿度变化幅度略大，而-10cm土壤湿度随空气湿度变化幅度较小。降解膜4处理期地表含水率明显高于CK2，其他各降解膜及强化膜在处理期地表含水率均略高于CK2。随土壤深度增加，各类膜覆盖下松花菜的土壤含水率呈逐渐增大趋势，地表和-10cm土壤平均土壤含水率分别为97.22%和98.79%，-10cm土壤平均湿度比地表平均湿度高1.58%。各类降解膜处理及强化膜处理地表含水率显著高于CK2，而各类膜处理（包括CK2）的-10cm土壤平均土壤含水率均高于CK1。

**图5 -10cm土壤湿度变化**

**图6 -10cm土壤湿度变化**

4.3通过全生物降解地膜降解情况的研究显示，覆膜后29天，降解膜1最先开裂，开裂期较其他处理早12～24天，12月1日达到大裂期；其次为降解膜3和降解膜2，发生开裂时间依次为10月23日和11月4日，降解膜3于12月1日亦达到大裂期，而降解膜2的大裂期较降解膜1和降解膜3晚10天，开裂程度也不及降解膜1和降解膜3。降解膜5和降解膜4出现裂解的时间最晚，分别于12月17日和12月27日起出现小裂缝（即降解诱导期），直至1月底，亦无出现开裂和大裂状态。3月15日因松花菜采收结束，翻耕施肥，将全部地膜破开。破膜前，降解膜1、2、3均出现大裂，裂口处杂草较多，翻耕时，残膜量中等，碎片较小；降解膜4和降解膜5在种植期仅呈现降解诱导期，未出现开裂、大裂及碎裂期，翻耕时残膜量较少，碎片小；强化膜和CK2在松花菜整个生长期未出现任何破裂情况，翻耕时，强化膜基本无残膜，CK2的残膜量多，碎片较大。

**表20 地膜降解统计**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **处理** | **诱导期** | **开裂期** | **大裂期** | **碎裂期** | **无膜期** | **翻耕时残膜状态描述** |
| CK1 | / | / | / | / | / | / |
| CK2 | / | / | / | / | 3.15 | 残膜量多，碎片大。 |
| 强化膜 | / | / | / | / | 3.15 | 基本无残膜。 |
| 降解膜1 | 9.27 | 10.11 | 12.01 | / | 3.15 | 残膜量中，碎片小。 |
| 降解膜2 | 10.11 | 11.04 | 12.10 | / | 3.15 | 残膜量中，碎片小。 |
| 降解膜3 | 10.11 | 10.23 | 12.01 | / | 3.15 | 残膜量中，碎片小 |
| 降解膜4 | 12.27 | / | / | / | 3.15 | 残膜量少，碎片小。 |
| 降解膜5 | 12.17 | / | / | / | 3.15 | 残膜量少，碎片小。 |

4.4通过全生物降解地膜覆盖栽培人工成本的研究显示，除CK1没有覆膜用工外，其他环节人工成本一致。不同处理的用工成本差异主要体现在除草和残膜捡拾用工方面，CK2、强化膜、降解膜4和降解膜5的除草用工最少，CK1、降解膜1和降解膜3除草用工较多；降解膜1、降解膜3裂解最为严重，捡拾用工最大，CK1、CK2和强化膜和用工最少。整体人工成本核算，降解膜4、5用工最少用工为2人/天，其次是CK2和强化膜为2.3人/天。

**表21 人工成本核算**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **处理** | **用工数（人/天）** | | | | | **合计（人/天）** |
| **覆膜** | **定植** | **打药** | **除草** | **捡拾** |
| CK1 | 0 | 0.75 | 0.5 | 2.0 | 0 | 3.25 |
| CK2 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.3 | 2.3 |
| 强化膜 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.3 | 2.3 |
| 降解膜1 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 1.0 | 0 | 3 |
| 降解膜2 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.5 | 0 | 2.5 |
| 降解膜3 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 1.0 | 0 | 3 |
| 降解膜4 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0 | 2 |
| 降解膜5 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0 | 2 |

（二）综述报告

地膜覆盖是我国普遍应用的农业生产技术，可提高土温，减少水分蒸发，有利于提高出苗整齐，对粮食增产稳产具有较大贡献。但长期对PE地膜“重使用、轻回收”也带来了土壤残膜污染问题，地膜破裂分解产生的微塑料会影响土壤中的养分含量，限制后茬作物根系生长和品质形成，土壤中的微塑料还是有毒有害化学污染物载体，可随迁移扩散，对动物及人体健康存在潜在影响，严重阻碍了农业产业的可持续发展。因此开展地膜减量替代技术研究势在必行。

全生物降解地膜具有自然降解、对环境无害等优势，降解速率是其应用性的重要指标。降解速率过快，不能发挥保温保墒控草的作用，无法实现薄膜覆盖促进作物生长发育的效果；降解速率过慢，导致大量残膜留存于土壤中，又会影响后茬作物生长。因此要筛选耐候期（有效使用寿命）适宜的地膜，才能较好地控温控水，维持良好土壤微环境，同时不会造成土壤残膜积累污染。

本项目组在我省苏北、苏中和苏南等多地的芋头、马铃薯等薯芋类，番茄、辣椒等茄果类，黄瓜、西瓜等瓜类，松花菜、西兰花等甘蓝类及玉米等其他经济作物上开展试验研究，并在不同地区设置全生物降解地膜填埋降解试验，结果表明，与PE地膜相比，多种作物覆盖全生物降解地膜栽培，在保温保湿、防草控草、壅土施肥、地膜回收、省工节本等方面具有一定优势：首先，同等规格的全生物降解地膜与PE地膜均具有较好的保温保湿效果，早春栽培有利于植株扎根和种苗发育，在芋头、番茄和黄瓜等作物上，前期营养生长和养分积累更好，因此在有效生命期满足作物覆膜需求的情况下，全生物降解地膜的厚度、宽幅等选择可参考PE地膜；其次，全生物降解地膜在芋头中耕壅土前无需揭膜，可直接在膜上培土施肥，在番茄、黄瓜、松花菜等作物上前期控草效果较好，后期植株封行不影响作物生长，解决了夏季用工难、成本高的问题；第三，全生物降解地膜可以在田间均表现自然裂解，生产结束后可直接还田，节省了地膜回收的用工成本，全生物降解地膜在田间一般9-12个月后基本完成降解，解决了PE地膜残留土壤中污染种植田块、破坏土壤生态这一关键问题；第四，紫外线、温度、土壤水分、微生物含量及pH等均是影响全生物降解地膜降解速率的重要因子，因此在田块选择和田间管理时需考虑相关因子的影响，在施用有机肥时宜旋耕混匀后覆膜。

（三）技术经济论证

2020～2023年，在徐州、淮安、盐城、南通、扬州、苏州、无锡等多地区开展了各类主栽作物全生物降解地膜覆盖栽培技术示范，建立技术示范基地21个，累计示范面积8万亩次。经测算，芋头平均产量约1600kg/亩，较PE地膜处理增产14%～20%，平均经济效益提高12%～18%；番茄产量较PE地膜处理增产1.21%～11.97%，亩均效益增收可达2737.9元/亩；黄瓜产量较PE地膜处理增产13.94%～17.56%，亩均效益增收可达1004.9元/亩；在辣椒、西兰花、甘蓝、玉米等其他作物的增产增收上也有较好表现。各地生产主体普遍反映，全生物降解地膜比PE地膜更方便使用：一是发棵期保温保湿性好，出苗整齐，出苗率高；二是前期防草控草效果相当，芋头上还可直接在降解地膜上施肥壅土，使用人工少；三是作物收获后可直接耕翻还田，不影响农机作业，节省回收成本，还没有残膜污染。多地生产经营者纷纷表示，科学规范地使用全生物降解地膜可有效帮助增产增收，希望大力加强作物全生物降解地膜覆盖栽培技术的宣传推广和应用指导。

（四）预期的效果

**1、经济效益提升**

每亩芋头产量较PE地膜处理提高10%左右，生产成本节省10%左右；每亩番茄产量较PE地膜处理增产1.21%～11.97%，亩均效益增收可达2737.9元/亩；每亩黄瓜产量较PE地膜处理增产13.94%～17.56%，亩均效益增收可达1004.9元/亩。

**2、社会效益增强**

革新作物覆盖地膜栽培技术，有助于帮助地区增产保供市场，助力实现作物机械化生产方式的转型升级，推动江苏蔬果等作物规模化生产向绿色化和可持续方向发展。

**3、生态效益改善**

降低土壤农膜污染风险，提高后茬作物生产安全性，保护土壤可持续利用。

五、与相关法律法规和国家标准的关系

在编制过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法规和规章，严格执行强制性国家标准和行业标准，不与正在制定或已经制定的其他农业或国家标准发生技术冲突。

六、实施推广建议

1、实施对象

主要为生产技术推广工作者、规模化生产企业、经营主体和种植大户。

2、作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准为推荐性标准，并不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全、环境质量要求等有关强制性地方标准或强制性条文等的八项要求之一，因此建议作为推荐性农业行业标准发布实施。

3、全生物降解地膜使用推广建议

（1）使用前将有机肥随旋耕作业施入土壤，避免有机肥直接接触膜，防止降解膜过早裂解。

（2）短季节作物可以选择厚度低于0.01mm的全生物降解地膜，如甘蓝、花生等，长季节作物可以选择厚度0.012mm的全生物降解地膜，如设施茄果类、瓜类蔬菜等，宽幅选择上参考普通PE地膜。

（3）未在我省或周边地区进行过试验的全生物降解地膜产品，需在我省或气候条件相似的周边地区进行过3年以上试验，并满足生产需求的降解地膜产品。

4、推广实施建议

（1）发挥政府相关单位的行业引导作用，通过江苏省市场监督管理局会同江苏省农业生产主管部门，加大对本标准的宣传、推广力度。

（2）发挥行业主管部门的技术指导作用，加强江苏省农业技术推广总站和地方农推主管部门的配套降解地膜补贴政策实施，加快本标准的落地应用。

（3）加强地膜生产主体的市场推广作用，推动降解地膜生产企业研发和提供适合作物生产和降解要求的地膜产品，配合本标准的实施应用。

（4）加强地方产业生产的技术示范效果，通过各级作物产区农技推广单位和行业协会等，举行技术示范和培训观摩活动，强化本标准的技术指导、示范应用和质量论证。

1. 起草单位、起草人员信息及分工

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位名称 | 职务/职称 | 项目分工 |
| 1 | 周蕾 | 扬州市江都区农业产业化发展服务中心 | 高级农艺师 | 蔬菜地膜试验技术推广及标准草案起草 |
| 2 | 曾晓萍 | 江苏省农业技术推广总站 | 科长/推广研究员 | 组织协调、技术顶层设计、标准起草 |
| 3 | 王立 | 江苏省农业科学院 | 副研究员 | 根茎类作物降解地膜试验、标准草案起草 |
| 4 | 印荔 | 江都区农业技术综合服务中心 | 高级农艺师 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 5 | 高学双 | 宿迁市农业技术综合服务中心 | 高级农艺师 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 6 | 冯均科 | 昆山市农业技术推广中心 | 高级农艺师 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 7 | 马静静 | 张家港市蔬菜技术指导站 | 高级农艺师 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 8 | 陆瑾 | 南通市海门区农业技术推广中心 | 高级农艺师 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 9 | 陈茗蔚 | 如东县蚕桑园艺站 | 高级农艺师 | 蔬菜降解地膜试验数据收集分析、配套技术研究推广应用 |
| 10 | 刘刚 | 徐州市贾汪区农业农村综合服务中心 | 高级农艺师 | 葱蒜类降解地膜试验数据收集分析、配套技术研究推广应用 |
| 11 | 田文健 | 盐城市射阳县合德镇农业农村局 | 高级农艺师 | 葱蒜类降解地膜试验数据收集分析、配套技术研究推广应用 |
| 12 | 张培通 | 江苏省农业科学院 | 研究员 | 特粮特经类作物降解地膜筛选研究 |
| 13 | 李建斌 | 江苏省农业科学院 | 研究员 | 甘蓝类、葱蒜类蔬菜降解地膜试验 |
| 14 | 刁卫平 | 江苏省农业科学院 | 研究员 | 茄果类蔬菜降解地膜试验 |
| 15 | 殷剑美 | 江苏省农业科学院 | 研究员 | 作物降解地膜试验、配套技术研究推广应用 |
| 16 | 丁峰 | 张家港市蔬菜站 | 正高级农艺师 | 蔬菜降解地膜试验数据收集分析、配套技术研究推广应用 |
| 17 | 夏冬健 | 江苏省农业技术推广总站 | 农艺师 | 主产区技术推广应用 |
| 18 | 蒋震国 | 苏州中达航材料科技有限公司 | 高级工程师 | 降解膜材料研究、应用试验 |
| 19 | 王秋波 | 苏州中达航材料科技有限公司 | 高级工程师 | 降解膜材料研究、应用试验 |