种植业成熟适用技术推广服务指导目录（2025）

全国农业技术推广服务中心

2025 年 10 月

前　言

习近平总书记强调，农业科技工作要突出应用导向，加快成果转化，把论文写在大地上。粮油等主要作物大面积单产提升行动实施以来，全国种植业技术推广服务体系通过集成配套良田、良种、良机、良法，加速科技成果大面积落地应用，重大关键技术到位率不断提升，粮食产量稳步增长。2025 年中央一号文件指出“深入推进粮油作物大面积单产提升行动”，高水平保障国家粮食安全，推动大面积均衡增产，对农业科技成果转化应用提出了更为紧迫的要求。

为加大高产高效技术模式集成推广力度，提高单产提升关键技术覆盖度和普及率，支撑粮食和重要农产品稳产保供，全国农技中心组织开展了种植业重大成熟适用技术征集工作，系统梳理、推介发布一批技术成熟、效益显著、推广潜力大的先进适用实用技术，建立《种植业成熟适用技术推广服务指导目录》，进一步明确技术推广任务，为广大农技推广队伍、社会化服务组织、生产经营主体、种植大户等提供技术指引。

《目录》编制工作遵循需求导向、科学严谨、注重实效的原则，在广泛征集种植业不同区域、不同作物成熟适用技术成果基础上，组织农技推广、科研教学、企业、行业协会等单位专家，依据先进性、适用性、经济性等标准，深入研究论证，充分吸收各方建议，形成本《目录》。

《目录》涵盖主要粮油作物及重要经济作物栽培管理、科学施肥、旱作节水、绿色防控、防灾减灾等综合性生产技术模式56项，包括适用作物、适宜区域、技术要点、推广情况及典型案例，内容详实、可学可鉴可推广。主要体现以下特点：**一是突出需求导向**。聚焦粮食和重要农产品稳产保供、种植业绿色高质量发展等重大需求，重点征集收录了在大面积单产提升、产业提质增效方面应用效果显著的实用技术。**二是强调成熟适用**。优先选择具一定示范推广规模、成熟度高、经济适用、“四良”融合的综合性技术成果，提供可复制可推广的综合解决方案。**三是强化分类指导**。聚焦主要产区、重要作物、关键环节，紧扣生产特点，明确不同区域、不同作物技术推广重点，因地制宜加快技术推广应用。**四是注重绿色高效**。坚持绿色与增产结合、节本与增效兼顾、产量与品质并重，着力推广符合高质量发展要求，资源节约、环境友好的绿色高效技术，助力种植业可持续发展。

各地农技推广部门要立足实际，将《目录》相关成果的推广应用纳入技术推广服务年度工作任务，与农业主导品种、主推技术等重大成果推广协同推进，加快技术示范推广，培育典型应用案例，切实发挥引领带动作用，促成先进适用技术大面积落地，为粮食和重要农产品稳产保供提供坚实科技支撑。

目　录

通用型

玉米浅埋滴灌水肥一体化提单产技术 1

小麦浅埋滴灌水肥一体化高产技术 7

小麦赤霉病“两控两保”全程绿色防控技术 14

再生稻全程机械化生产技术 18

杂交水稻全程机械化制种关键技术 22

杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术 41

大豆种子药剂包衣技术 51

棉花智能滴灌水肥一体化管控技术 56

糖料蔗脱毒健康种茎标准化生产技术 66

甘蔗全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术 71

番茄潜叶蛾绿色防控技术 78

“日晒高温覆膜法”防治韭蛆技术 83

喷、摇、吸“三位一体”豇豆主要害虫防治技术 87

食用菌菌包集约化生产关键技术 96

工厂化食用菌基质生态循环利用技术 103

十字花科蔬菜全程绿色防控技术 110

葡萄三膜覆盖设施促早轻简化栽培技术 120

桃园“一优二控一改”高质高效技术 128

苹果绿色低碳精准施肥技术 134

火龙果智慧高效错季节栽培技术 139
茶园主要害虫绿色精准防控技术 146
叶色白（黄）化品种茶园生态低碳管理技术 150
东北地区
北方粳稻区主要病虫草综合防控技术 155
水稻二化螟性信息素诱控与混合赤眼蜂生物防治技术 .. 161
大豆大垄台田缩行距密植栽培技术 165
东北地区春大豆田杂草精准防控技术 170
黄淮海地区
玉米密植精准调控高产技术 174
小麦茎基腐病全程绿色防控技术 179
鲜食甘薯优质高效生产技术 183
麦茬夏大豆精播绿色高产栽培技术 192
黄河流域棉区棉田多元种植技术 198
菌菜轮作周年高效生产模式及配套技术 206
设施蔬菜尾菜原位还田技术 220
大葱生产全程机械化技术 224
黄淮海区域绿色种养循环生态调控技术 232
长江中下游地区
稻茬小麦机播壮苗高产高效生产技术 238
水稻全程调控提质增产技术 246
水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术 249
江西省水稻病虫害绿色防控技术 259

中稻主要病虫害全生育期绿色防控技术 265
浙江省水稻二化螟综合治理集成技术 269
棉油双直播生产技术 276
柑橘木虱综合防控技术 282
枇杷避冻稳产技术 287
西北地区
麦玉轮作垄膜沟播节水增产减排综合调控技术 293
西北内陆中轻度盐碱化耕地节水抑盐水肥盐调控技术 .. 299
旱地春玉米深松沟播集雨种植技术 307
小麦条锈病绿色防控技术 313
棉花“干播湿出”技术 319
西北露地西瓜甜瓜轻简机械化栽培技术 324
陕西黄土高原苹果无支架密植高效栽培“3332”技术 .. 330
西南地区
西南杂交稻高产高效机插栽培技术 339
丘陵山地马铃薯高效轻简化栽培技术 345
高海拔马铃薯晚疫病全程绿色防控技术 349
华南地区
广东省水稻二化螟全程绿色防控技术 354
柑橘重要病虫害绿色高效防控技术 358

玉米浅埋滴灌水肥一体化提单产技术

一、适宜区域

适宜东北、西北、华北等有灌溉条件的区域。

二、适用作物

春玉米。

三、技术要点

（一）滴灌设备的安装

新建滴灌水肥一体化系统工程应在秋季建设，封冻前完成，或者在春季土壤开化后播种之前完成。播种结束后立即铺设地上给水主管道，在主管道上连接支管道，支管垂直于垄向铺设，间隔 100~120m 垄长铺设一道支管，以保证管道压力充足，给水畅通。

田间毛管铺设采用机械化与播种施肥镇压同步完成。选用浅埋滴灌播种机一次性完成播种、施肥、铺带。也可利用大小垄播种机或者膜下滴灌播种机进行改装，用于在小垄中间开沟，将滴灌带埋设于小垄中间3~7cm深处。滴灌带埋深因土质而异，砂土宜深，黏土宜浅。

将所有滴灌带与支管道连接好。打通旁通：首先对准支管与滴灌带交叉位置，用打孔器在支管（支管分为硬管和软带）上打孔，如果是软带打孔时注意不要将软带的另一侧带壁打穿。然后把滴灌带旁通插入支管道锁扣拧紧，旁通另外一侧插入滴灌带，再将锁母拧紧。

（二）配套栽培管理

1.选地与整地

选择适宜玉米种植的具有灌溉条件，适合机械化操作的地块。播前耕旋，做到耕层上虚下实，耕层内无根茬，地面平整，无明显土块，为播种创造良好的土壤条件。

2.播种与合理密植

气温稳定在7~8℃为适宜播种期，浅埋滴灌种植玉米均实行大小垄种植，大垄宽70 cm、小垄宽40 cm，株距17~20 cm。亩保苗5500株以上，比常规种植增加500 ~ 1000株/亩，播种后及时滴水齐苗。

选用 2MB-6 型浅埋滴灌带种、肥分层播种机实施机械化精量播种施肥、铺带。也可利用大小垄播种机或者膜下滴灌播种机进行改装，即需要在播种机横梁上焊接滴灌带支架，两个播种盘中间横梁处焊接一个开沟器（小铧子），也可焊接在镇压轮前，用于在小垄中间开沟，将滴灌带铺入沟中。引导轮也可以自行焊接改装。作业过程中，机手和辅助人员要随时检查作业质量，发现问题及时处理。

3.施肥

以亩产目标 1000kg 为例，施用种肥量为纯 N 20.3kg、P_2O_5 7kg、K_2O 3.3kg。其他产量目标根据产量折算所需肥料数量。播种同时施入整个生育期内所需全部磷、钾肥及种肥肥料中含有的氮肥，深施 10 ~ 15cm，严禁种、肥混合。追肥以氮肥为主，配施微肥，氮肥遵循前控、中促、后补的原

则，整个生育期追肥 3 次，第 1 次是拔节期（6 月中下旬），施入整个追肥总量的 60%，主攻促叶、壮秆、增穗；第 2 次是抽雄前（7 月中下旬），施入追肥总量 20%，增加穗数；第 3 次是灌浆期（8 月中旬），施入剩余氮肥，主攻粒数和粒重。每次追肥时可额外添加磷酸二氢钾 1kg+硫酸锌肥 1kg,壮秆、促早熟。如后期发现玉米棒以下叶片发黄，还可少量补施氮肥。追肥结合滴水进行，先将肥料在施肥罐中充分溶解，施肥前先滴清水 30 分钟以上，待滴灌带得到充分清洗，检查田间给水一切正常后开始施肥。施肥结束后，再连续滴灌 30 分钟以上，将管道中残留的肥液冲净，防止化肥残留结晶阻塞滴灌毛孔。

4.灌溉

灌溉定额因降水量和土壤保水性能而定，有效降水量在 300 mm 以上的地区，保水保肥良好的地块，整个生育期一般滴灌 6~7 次，灌溉定额为 136~160m^3/亩。保水保肥差的地块，整个生育期滴灌 8 次左右，灌溉定额为 160~180m^3/亩。有效降水量在 200mm 左右的地区，灌溉定额为 200 m^3/亩左右。随水及时追肥，灌水量和频次可按照降水和土壤保水情况调整。

播种结束后视天气和土壤墒情及时滴出苗水，保证种子发芽出苗，如遇极端低温，应躲过低温滴水。生育期内，灌水次数视降雨量情况而定。一般 6 月中旬滴第 1 水，水量

25~30m³，以后田间持水量低于70%时及时灌水，每15天左右滴1次水，每次滴灌20m³/亩左右，9月中旬停水。

滴灌启动30分钟内检查滴灌系统一切正常后继续滴灌浇透，从小垄到大垄两侧20cm土壤润湿即可。

5.中耕

用1SL-200B（RT6220C）型、1SL-230A（RT6323C）型深松机配套动力130~150马力贴大垄中耕3次。苗期第1次中耕，深度 10cm; 在4~5叶期进行第2次中耕，深度15cm; 在6~7叶期第3次中耕，深度15~20cm。

6.病虫害综合防治

重点注意选择适宜的种衣剂对种子进行包衣处理，防治地下害虫及丝黑穗病、瘤黑粉、茎基腐等土传和种传病害。生育期间重点注意玉米螟、黏虫、草地螟的防治。遵循“预防为主，综合防控”的方针，坚持统防统治原则，整个乡镇、村屯的玉米田均认真开展防治。农药使用应符合GB/T 8321.4、GB/T 8321.6标准；农药使用人员安全符合NY/T 1276；大小斑病及玉米螟防治应符合GB/T 23391.1-2009 第1~3部分。

拔节期后，在玉米螟成虫产卵始盛期释放赤眼蜂防除玉米螟；大喇叭口期采用高架喷雾机械等高效植保药械喷施高效、低毒、低残留农药防治玉米螟及三代黏虫等。严重时可采取航化作业控制灾情。发现有黑穗病，及时拔除病株，于田外深埋或烧毁。

（三）收获

当田间90%以上玉米植株茎叶变黄，果穗苞叶枯白而松散，籽粒变硬、基部有黑色层，用手指甲掐之无凹痕，表面有光泽，即可收获。一般在9月末至10月初玉米完熟后一周及时收获。

四、技术示范推广情况

玉米密植浅埋滴灌水肥一体化提单产技术核心是结合合理密植，比常规种植密度增加500~1000株/亩，播种后及时滴水齐苗。按玉米的需水需肥规律将水肥直接供应到作物根系范围的土壤中，减少了水分渗漏、蒸发和肥料吸附、挥发等损失，极大提高水肥利用效率，完全替代地膜覆盖，同时大幅提升玉米单产。内蒙古自治区从2015年开始在通辽市集成试验和示范推广该项技术，经过2016~2017年集中示范和推广，2018~2024年在内蒙古自治区实现了井喷式发展，得到了较大范围的推广，2024年该项技术全区应用面积达到1350万亩左右，应用区域由原来的通辽市逐步向全区技术适宜区扩展，目前大部分盟市均建立了核心示范区，农户应用技术水平不断提升。2017年开始，全国农业技术推广服务中心在东北中西部、华北北部和西北地区大面积推广该项技术，2024年全国应用面积超过2500万亩。

玉米密植浅埋滴灌水肥一体化提单产技术，不仅使灌溉保证率大大提高，灌溉质量大为改善，使亩均灌溉定额降低到110~220m^3，节水率可达30%~50%。通过实施高效节水灌溉工程、优化种植结构，将原有单井控面积从80亩提高到

150~280 亩。可提高灌溉水利用率 30%以上。

五、技术依托单位

（一）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街 20-718

邮政编码：100125

联 系 人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194532

电子邮箱：chenguangfeng@agri.gov.cn

（二）内蒙古自治区农牧业技术推广中心

联系地址：呼和浩特市赛罕区鄂尔多斯大街尚东国际 B 座

邮政编码：010000

联 系 人：白云龙、董芸雷

联系电话：0471-6652257

电子邮箱：nmgtfzjsk@163.com

（三）吉林省农业科学院

联系地址：吉林省长春市生态大街 1363 号

邮政编码：130033

联 系 人：王立春

联系电话：15652770767

电子邮箱：xiaofengsdau@126.com

小麦浅埋滴灌水肥一体化高产技术

一、适宜区域

适宜于西北、华北、黄淮小麦种植区域。

二、适用作物

冬小麦。

三、技术要点

（一）核心技术

1.滴灌带浅埋铺设

滴灌带采用“1 管 4 行”的铺设方式，即 1 根滴灌带滴灌 4 行小麦，滴灌带间距 60 cm。根据生产实际，滴灌带铺设与播种同时进行，采用开沟器开浅沟将滴灌带埋于土壤 1~2cm 深处，盖土固定好滴灌带，增强防风能力。铺设滴灌带时，建议滴灌带滴头所在面朝上，保障顺利出水。滴灌带要整条带压力一致，滴头滴灌均匀，滴头间距 20~25cm，滴头出水量 2.5~3.2L/h。

2.灌溉施肥制度

在严格控制灌水量的情况下，科学运筹水肥，实施水肥一体化技术，增加灌水频次，适期适量施肥。一般冬小麦返青后滴水 10~13 次，滴肥 8~9 次。具体情况如下:

返青期：滴水 1 次，第 1 次滴水，滴水 30 m^3/亩，结合滴水，亩施尿素 5kg+磷酸一铵 3kg；起身期：滴水 1 次，第 2 次滴水，滴水 30m^3/亩，结合滴水，亩施尿素 8kg；拔节期：

滴水 1 次，第 3 次滴水，滴水 50m³/亩，结合滴水，亩施尿素 10~15kg+硫酸钾 3kg；拔节－孕穗期：滴水 2 次，第 4 次滴水与第 3 次滴水间隔 12 天，滴水 40m³/亩，结合滴水，亩施尿素 6kg; 第 5 次滴水与第 4 次滴水间隔 10 天，滴水 30m³/亩，结合滴水，亩施磷酸一铵 2kg。抽穗－开花期：滴水 1 次，第 6 次滴水与第 5 次滴水间隔 10 天，滴水 35~45m³/亩，结合滴水，亩施硫酸锌 3kg。开花－灌浆期：滴水 2 次，第 7 次滴水与第 6 次滴水间隔 8 天，滴水 30m³/亩，结合滴水，亩施磷酸一铵 2kg；第 8 次滴水与第 7 次滴水间隔 6 天，滴水 30m³/亩，结合滴水，亩施磷酸一铵 2kg+磷酸二氢钾 2kg。灌浆期：滴水 3 次，乳熟初期进行第 9 次滴水，滴水 20m³/亩；第 10 次滴水与第 9 次滴水间隔 6 天，滴水 20m³/亩；第 11 次滴水与第 10 次滴水间隔 6 天，滴水 20m³/亩。第 12、13 次滴水是生态调控用水，根据小麦灌浆期高温或“干热风”来临时的土壤墒情酌情滴水，每次滴水 15~20m³/亩。

（二）配套技术

1.播前准备

主要是做好地块选择、精细整地和滴灌带选型等工作。一是地块选择：宜选择集中连片、平整度高，水源有保证、盐碱轻、土壤有机质含量高、有效养分含量高、配套滴灌设施的高标准农田。二是整地：犁地耙磨后要使用平土框等整地机械平整土地，做到土壤平整松碎、紧实度一致，确保播种深度一致。三是滴灌带选择：要根据土壤质地选择滴头流

量及滴孔间距适宜的滴灌带。采用“干播湿出”技术播种的地块，更要抓好整地质量和滴灌带配套选型。四是种子准备：小麦种子要经过药剂包衣，建议购买使用商品化包衣种子。

2. 科学播种

重点做好播期选择、播种量确定和北斗导航播种技术应用等工作。播期：各地要根据实际情况力争在适宜播期内完成播种，前茬作物不能及时收获的地块，冬小麦可适当晚播。春小麦要适期早播，避免灌浆期遭受高温危害。播量：各地要根据小麦成穗规律和播种时间，确定合理播种量。超出适播期后，每晚播 1 天、播种量增加 0.5kg/亩，冬小麦最高播种量不超过 30kg/亩、春小麦最高播种量不超过 35kg/亩。种肥同播：采用种、肥行间错位分离式一体化播种机进行播种，播种机搭载北斗导航系统，确保播行端直、接行准确、不重不漏、到边到头，播后镇压，播种深度 3~4cm。

3.苗期管理

主要抓好滴水出苗和小麦冬灌，确保小麦苗齐、苗匀、苗壮和冬小麦安全越冬。一是小麦播种后立即进行主管、副管、三通和毛管等地面滴灌系统的连接工作，做好地头毛管折套埋压处理工作，及时完成地面管道安装和滴水试压，保证播后 48 小时内滴出苗水，含盐碱地块要同时滴施腐殖酸液肥或盐碱改良剂，确保全苗。二是平均气温下降至 3~5℃或“昼消夜冻”时，开始小麦冬灌，在封冻前完成灌溉。

4.水肥管理

坚持开展测土配方施肥、适期施肥、高效施肥，按照少量多餐分次追肥的原则，根据不同生育阶段的需水、需肥规律，结合滴灌因地因苗精准施肥，实现科学精准水肥一体化管理。重点抓好小麦返青期、拔节期和孕穗期的水肥运筹，实现促早发、多成穗和增穗粒重的管理目标。

5. 统防统治

小麦起身和拔节期，各喷施 1 次矮壮素等植物生长调节剂，在小麦拔节期前根据当地草害发生情况，选择适宜药剂开展化学防治。因地制宜做好小麦锈病、白粉病、麦蚜等常发或重发病虫害的防控。在小麦赤霉病发生区可于小麦始花期进行药剂防治。

6. 防灾减灾

重点防范小麦低温冷害和干热风。小麦拔节后若出现 0℃左右低温天气，及时灌溉或喷施芸苔素内酯等植物生长调节剂，预防冻害发生。中后期出现高温天气时，要抓好肥水运筹，根据土壤墒情少量多次滴水，改善田间小气候条件，也可结合“一喷三防”喷施植物生长调节剂及叶面肥，减轻干热风危害，防止小麦早衰。

四、技术示范推广情况

（一）新疆

通过该技术应用，2020 年新疆奇台县小麦浅埋滴灌水肥一体化示范区，冬小麦最高产量突破 785.1kg/亩；2021 年奇台县示范区冬小麦产量突破 857.2kg/亩，刷新新疆小麦高产

纪录；2022 年奇台县示范区冬小麦产量突破 863.8kg/亩，再次刷新新疆小麦高产纪录；2023 年奇台县示范区冬小麦产量突破 898.2kg/亩，创新新疆小麦高产纪录；2023 年奇台农场示范区百亩方小麦亩产 818.7kg，创新疆兵团小麦百亩方单产纪录。

（二）河南

河南省获嘉县位于中原农谷西区，是国家商品粮基地县。2019 年以来，获嘉县紧紧围绕粮食生产，加强与科研单位深度合作，经过近 5 年的实践探索，应用该技术，通过在冬小麦上示范推广，取得了显著的节水节肥、增产增收效果。据调查，与常规畦灌施肥相比，采用该技术的冬小麦全生育期可实现亩节肥 4~5 kg(折纯)，亩节水 50~70 m^3，亩增产 50~75 kg，增产达 10%以上。常规畦灌追肥 1 人 1 天只能完成 5 ~ 6 亩，平均每亩成本 20 元左右，应用本技术 1 人 1 天可管理 150 亩以上，亩成本仅 2 元左右。有效解决了浇地周期长、雇工不好找、施肥不科学、生产效益低等问题。目前，在获嘉县的带动下，周边地区越来越多的冬小麦种植户开始自发使用滴灌水肥一体化技术。

（三）甘肃

甘肃省永昌县农业技术推广服务中心在东寨镇双桥村、水源镇永宁村等建立试验示范点 20 个，测产共取 20 个样点。实测亩均产量为 578.67kg，普通种植区亩均产量为 471.02kg。示范区较普通种植区亩增产 107.65kg，增产率为 22.85%。该

技术亩均产量550kg以上，增产20%以上，节水45%以上，节肥20%以上，亩节本增效180元以上。

五、技术依托单位

（一）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街20－718

邮政编码：100125

联 系 人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194532

电子邮箱：water@agri.gov.cn

（二）新疆农业科学院粮食作物研究所

联系地址：新疆乌鲁木齐市南昌路403号

邮政编码：830091

联 系 人：雷钧杰、张永强、聂石辉、徐其江、陈传信

联系电话：13999265371

电子邮箱：leijunjie@sohu.com

（三）新疆维吾尔自治区农业技术推广总站

联系地址：乌鲁木齐市胜利路171号

邮政编码：830001

联 系 人：王纯武、葛军、牛康康、李静

联系电话：19999203316

电子邮箱：1023228126@qq.com

（四）新疆维吾尔自治区土壤肥料工作站

联系地址：新疆乌鲁木齐市胜利路 157 号

邮政编码：830001

联 系 人：赖波、汤明尧、王飞、闫翠侠

联系电话：13999162992

电子邮箱：xjtfzh_flk@126.com

（五）河南省土壤肥料站

联系地址：郑州市经三路 91 号

邮政编码：450000

联 系 人：刘戈、黄达、谭梅、李想、董莎

联系电话：18903840799

电子邮箱：18903840799@163.com

（六）甘肃省耕地质量建设保护总站

联系地址：甘肃省兰州市城关区嘉峪关西路 708 号

邮政编码：730020

联 系 人：郭世乾、葛承暄、贾蕊鸿、殷强、张志成

联系电话：15379055233

电子邮箱：791272852@qq.com

小麦赤霉病“两控两保”全程绿色防控技术

一、适宜区域

黄淮南部和长江中下游麦区。

二、适用作物

小麦。

三、技术要点

推行小麦赤霉病“两控两保”（控流行、控毒素，保产量、保质量）全程绿色防控关键技术，按照良法良机融合、关键技术与相关技术配套的思路，以“精准测报+抗性品种+首选好药+无人机防控+质量监管”为核心，配套“调结构、优品种、减菌源、阻侵染、控危害”的防控措施，从小麦播种至收获烘干入库，坚持农业防治、物理防治与化学防治并举，将赤霉病绿色防控技术贯穿于小麦生产全过程。

（一）切实做好农业防治措施

采取“调、优、减、阻”等技术措施，调整小麦种植结构，优化抗性品种布局，减少田间菌源基数，阻断病菌继续侵染。**调结构。**积极倡导沿江地区改种小麦为油菜、绿肥、马铃薯等作物。沿江有条件的地区推广“水稻—油菜”“水稻—马铃薯”“水稻—绿肥”“水稻—蔬菜”等种植模式。**优品种。**沿淮及淮北地区压缩高感品种面积，淮河以南压缩中感品种面积，全面提升主栽品种对赤霉病的抗性水平，降低病害流行风险。**减菌源。在**淮北麦区秸秆还田地块推行土壤

深翻和秸秆粉碎深埋（20cm 以下），辅以腐熟剂加快秸秆腐熟，恶化病菌生存环境，压低赤霉病菌基数，减轻赤霉病重发潜在风险。沿淮以南稻茬麦区大力推广机条播、机开沟，改善田间环境。**阻侵染。**适期适墒适量适法播种，提高播种质量，培育壮苗，构建合理群体，合理运筹肥水，提高小麦抗病能力。

（二）全面推行秋播拌种

小麦赤霉病从幼苗期到抽穗期均可发生，种子药剂处理是预防和控制苗腐的关键措施，可选用含有戊唑醇、咯菌腈、苯醚甲环唑等成分的药剂拌种，减轻苗腐发生。

（三）重点抓好穗期防控

小麦穗期加强监测预警，实行赤霉病分区防控，坚持“见花打药，首次足量用好药”的防控技术，实施专业化统防统治和全程托管服务相结合，做好小麦赤霉病穗期应急防控。一是把“准”适期。依据会商发布的小麦赤霉病长期、中期、短期趋势预报结果，全省抢抓小麦齐穗至扬花初期开展第 1 次防治（见花打药），淮北中部、沿淮及其以南麦区 5~7 天再防 1 次，淮北北部可视天气情况开展第 2 次防治。对高感品种，如天气预报扬花期有阴雨、结露和多雾天气，首次施药时间应提前至抽穗期。若小麦扬花期遇阴雨天气，选择雨停间隙或抢在雨前施药，施药后 6 小时内遇雨，雨后应及时补治，确保防效。二是选“优”药剂。重点推广应用丙硫菌

唑、氟唑菌酰羟胺、氰烯·戊唑醇、丙唑·戊唑醇、丙硫·戊唑醇、氰烯·己唑醇等一批对赤霉病防效好、毒素控制作用较强，同时兼治小麦锈病、白粉病等穗期病害的优质药剂，第1次用好药剂比例要达到50%以上，第2次交替轮换使用不同作用机制的药剂。对苯丙咪唑类药剂抗性水平高的地区，慎用多菌灵、甲基硫菌灵等药剂，提倡轮换用药和组合用药。三是推行“统”防。推广应用植保无人飞机、自走式喷杆喷雾机等现代高效植保机械，开展小麦赤霉病统防统治，使统防统治覆盖率达到80%以上。规范植保无人飞机防治作业标准，执行植保无人飞机防治小麦赤霉病技术参数（亩用水量为2~3L、飞行高度为小麦冠层上方1.8~2.2m、飞行速度小于6m/s；新机型可适度调整，需确保作物冠层雾滴覆盖密度不低于15个/cm^2）。推广应用植保无人飞机、自走式喷杆喷雾机等高效植保机械，优化并明确植保无人飞机防治赤霉病的技术参数，开展赤霉病专业化统防统治和防治过程质量的第三方监管，确保防控效果。

四、技术示范推广情况

自2017年以来，该技术在安徽省及周边省份小麦生产中大范围推广集成应用，全面控制了小麦赤霉病大流行态势。2019-2023年累计推广应用面积2.5亿亩，在小麦赤霉病防治中应用面积4亿亩次。2023年在安徽9个小麦生产市开展示范，示范区小麦产量和品质较对照处理均有明显提升，小麦

千粒重增加2.39g，容重增加24.84g/L，不完善粒率降低0.20%，病粒率降低1.36%；化学农药使用量减少35%，低毒、低残留农药使用率达100%，绿色防控率达68%，病虫危害损失率控制在1%以下。经测算，2023年安徽省防控赤霉病后挽回小麦产量10.355亿kg，增加经济效益约26亿元，经济效益显著。

五、技术依托单位

（一）安徽省植物保护总站

联 系 人：何振辉、郑兆阳

联系电话：18956048013

电子邮箱：zhengzy8@163.com

（二）安徽农业大学

联 系 人：陈莉、张承启、潘月敏

联系电话：13966679526

电子邮箱：chenli31029@163.com

（三）安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所

联 系 人：谷春艳

联系电话：13966785329

电子邮箱：guchunyan0408@163.com

再生稻全程机械化生产技术

一、适宜区域

南方省份温光资源“一季有余、两季不足”的稻作区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

再生稻全程机械化生产技术包括适宜头季机收的再生稻品种筛选应用、精准播种、暗化出苗、合理密植、科学肥水管理、“一促两调三控”、适时机收、适高留桩等。

（一）核心技术

1.创建再生力评价体系，筛选应用高产、优质、抗逆、广适的强再生力水稻新品种

以再生芽出鞘率（≥80%）、再生季有效穗数与头季母茎数比值（穗茎比）（≥1.2）、再生季产量（300kg/亩以上）作为水稻生育前、中、后期再生力强弱的评价指标。

2.集成构建“一促两调三控”为核心的再生稻高产高效生产关键技术体系

即促腋芽萌发成穗，调整种植方式和收获方式，研创“控水控肥控倒”的科学肥水管理技术。“一促”即创新腋芽萌发调控技术，促进腋芽萌发成穗，以腋芽萌发成穗规律为依据，通过头季齐穗后15~20天施促芽肥促腋芽萌动，见芽十黄（当植株有1个休眠芽破鞘时）收割头季稻促腋芽快发多

发，再生季 60%~70%抽穗喷施赤霉素促基部分蘖提早抽穗等调控技术。“两调”将传统种植方式调整为以机插为主，将头季稻人工收割调整为机械收割为主。“三控”即控肥、控水和控倒伏技术。再生季施肥由前重后轻改为平衡施肥；通过畦栽沟灌或间歇性灌溉，提高根系活力；通过叶片喷施抗倒酯增强再生稻头季茎秆的抗倒伏能力。

（二）配套技术

1.选用适宜头季机收再生稻品种

选择生育期适中，再生能力强，株型紧凑、茎秆粗壮、分蘖性中等、株高适当、节间粗壮、根系发达、耐肥抗倒的高产、优质、抗病品种。主要有甬优 1540、甬优 4949、玮两优 8612、明 1 优臻占、泸优明占、内 10 优 7185 和佳辐占等再生力强的水稻品种。

2.培育壮秧

使用水稻精准条播、精量播种等水稻全自动化播种流水线，通过叠盘暗出苗技术和智能化育秧大棚培育健壮秧苗，推行在安全播种前提下的早播早栽。即在旬平均气温≥12℃的 3 月上旬播种，掌握秧龄 25~30 天，优化培育壮秧，适时早播、早插、早管。

3.科学水肥

头季稻水管按照“寸水返青，浅水促蘖，够苗烤田，复水养胎，薄水扬花，后期干干湿湿”的原则进行。头季收割前进行 2 次烤（搁）田，减少收割机对稻桩的碾压损害。肥

料施用按照目标产量计算，每百千克稻谷需吸收纯 N 2kg，以 $N:P_2O_5:K_2O$ 为 1∶0.4∶(0.8~1)的比例施用肥料。

4.头季稻收割适高留桩

生育期短的品种采用低桩机割，留桩高度 12~15cm；生育期长的品种采用高桩机割，留桩高度 35cm 左右。

5.再生季巧施保根壮苗肥

低留稻桩品种，在头季稻齐穗后 15~20 天，亩施尿素 5kg 作保根肥。头季稻收割后 3~5 天，稻芽长出约 5cm 时，灌入薄水，亩施尿素和氯化钾各 10kg，促齐芽壮苗。头季稻收割后 15~20 天，再亩施尿素 5kg。高留稻桩品种，在头季稻齐穗后 15~20 天，亩施尿素 15kg 作促芽肥。在头季稻收割后 2~3 天，结合灌溉，亩施尿素 5kg 作壮苗肥。

6.再生季及时收获

水稻进入完熟期，即可进行机械化收割，确保丰产丰收。

四、技术示范推广情况

2022~2024 年，南平市浦城县实施再生稻增产增效示范项目，集成良田、良种、良机、良法，推广再生稻全程机械化技术，万亩高产示范片再生季亩产达 377.4kg，全县机收再生稻推广面积约 7 万亩，全县再生季平均亩产超 280kg，相较于传统中稻生产，平均亩产值增加 800 元以上，经济效益显著。2024 年浦城县石陂镇申明村超过 1500 亩甬优 1540 “早稻-再生稻”模式高产高效示范片，两季亩产超“吨粮”，

其中头季亩产725.6kg，再生季亩产572.3kg（测产片最高亩产达到645.7kg），两季亩产达到1383.6kg。

2022~2024年，南平市建阳区实施再生稻增产增效示范项目，推动良田、良种、良机、良法等“四良”融合，示范推广再生稻全程机械化技术。建阳区水吉镇和平村，甬优1540“早稻-再生稻”全程机械化再生稻示范基地，面积约1000亩，连续多年实现两季超“吨粮”。2023年甬优1540两季亩产1318.97kg，其中：头季稻平均亩产767.8kg，再生季平均亩产为551.17kg（最高亩产为606.94kg），再生季收获后，冬季种植蔬菜或紫云英。

五、技术依托单位

福建省种植业技术推广总站、福建省农业科学研究院水稻研究所、浦城县农业技术推广站

联 系 人：林武

联系电话：13605949217

电子邮箱：lyk87811903@163.com

杂交水稻全程机械化制种关键技术

一、适宜区域

湖南、福建、江苏、江西、四川、重庆、广西、海南等南方杂交水稻制种区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

杂交水稻全程机械化制种关键技术是在杂交水稻制种的播种、栽插、喷施赤霉素、辅助授粉、种子干燥等关键环节创新的农艺与农机融合的系列技术，核心技术有父母本精量播种育秧技术、父母本机插秧技术、无人飞机喷施赤霉素技术、无人飞机辅助制种授粉技术、种子安全快速机械干燥技术等。

（一）父母本精量播种育秧技术

1.秧盘稀匀播种

（1）了解父母本种子质量和拌种处理

播种前了解父本和母本种子发芽率、纯度等质量指标，要求种子纯度达到99.8%以上，根据种子的发芽率和千粒重确定单位面积用种量和播种密度（见表 1）。

父母本种子宜选用适宜当地的杀菌剂和杀虫剂混用配方进行混合拌种，起到“一拌多效”的作用，种衣剂及拌种剂的使用应符合 GB/T 8321 要求。

（2）播种密度和播种量

根据亲本种子的发芽率确定秧盘播种密度，发芽率 90%及以上的播种密度约 1.5 粒/cm^2，发芽率 85%左右的播种密度约 1.8 粒/cm^2、发芽率 75%左右的播种密度约 2.2 粒/cm^2。按上述播种密度将父本或母本种子播种至装有底土，或基质，或泥浆的秧盘中。

以播种密度为标准，根据父本或母本种子的千粒重和秧盘规格确定单个秧盘的播种量，详见表 1。

表 1 不同发芽率、千粒重种子和秧盘规格的播种密度与播种量

种子发芽率	播种密度（粒/cm^2）/布胶滚筒规格	千粒重（g）	秧盘规格	干种子播种量（g/盘）
≥90%	1.5 10mm×12mm	20	18cm×58cm	30~35
			23cm×58cm	40~45
		25	18cm×58cm	40~45
			23cm×58cm	50~55
85%左右	1.8 10mm×10mm	20	18cm×58cm	35~40
			23cm×58cm	45~50
		25	18cm×58cm	45~50
			23cm×58cm	60~65
75%左右	2.5 7.5mm×7.5mm	20	18cm×58cm	50~55
			23cm×58cm	65~70
		25	18cm×58cm	65~70
			23cm×58cm	80~85

（3）均匀播种

宜选用水稻印刷粘种机先将父母本已拌种的干种子均匀粘附在纸带上卷成捆待播，根据种子发芽率选择适宜粘种密度的布胶滚筒：发芽率 90%及以上的选用 10mm×12mm 的布胶滚筒，发芽率 85%左右的选用 10mm×10mm 的布胶滚筒，发芽率 75%左右的选用 7.5mm×7.5mm 的布胶滚筒。因播种的父母本种子是干种子，比播种发芽种子提前 4~5 天播种。



如采用人工播种发芽种子，则需根据每个秧厢的秧盘数量和每个秧盘的播种量分厢过秤定量分多次播种，确保播种稀匀。每个秧盘播种发芽种子的重量为干种子的 1.25 倍。

2.秧田管理

（1）按照水稻机插秧秧盘育秧的方法平整秧田，秧田平整度高低差在 3cm 以内，开沟分厢，厢宽 140cm，秧盘底土为基质、细土的厢沟宽 30cm，秧盘底土为泥浆的厢沟宽 90~100cm；铺摆好秧盘，装填好秧盘底土或基质或过滤泥浆。

（2）采用印刷粘种机粘种后播种的，按以下步骤操作：

第 1 步将粘好种的纸带铺在装有基质或细土或泥浆的秧盘上;

第 2 步在粘种纸带上覆盖育秧基质或细土，厚约 0.5cm，以淹没种子为准;

第 3 步盖基质或细土后覆盖无纺布(规格为 15~20g/m^2)，防止大雨打乱种子和鼠鸟虫害。在早春低温季节播种时需搭拱盖膜保温;

第 4 步全秧田漫灌深水 5cm 以上，水深以完全淹没无纺布为准。日均温在 25℃以下时淹水 36 小时左右，日均温在 25℃以上时淹水 24~30 小时;

第 5 步排干水，保持秧田厢面湿润，出芽长苗;

第 6 步揭无纺布，秧苗生长至 1.8 叶左右时，秧田先灌浅水（淹没秧盘盘面）再揭掉无纺布，晴好天气应在傍晚时分揭;

第 7 步有水施肥，揭掉无纺布后 2~3 天内，秧田浅水亩追施尿素 5~8kg，此后秧田保持有水育秧;

第 8 步栽插前 5~7 天，秧田排干水，促秧苗盘根和方便起秧机插，机插前 1~2 天检查盘根情况。

3.父母本精量播种育秧培育的秧苗特性

（1）秧苗素质较好，基本无弱小苗，秧苗生长较均匀;

（2）移栽秧龄弹性大，能培育出秧龄期 20~50 天、叶龄 3.5~6.5 叶的秧苗;

（3）中大苗浅水机插，机插后活苗返青快，能减轻草害;

（4）比传统密播秧盘育秧可节省用种量30%左右。

因而适宜不同前茬基地制种、不同父母本播差期制种的父母本机插秧对秧龄弹性的高要求。

（二）父母本机插秧技术

1.插秧机的选择

选择行距20cm、8行水稻高速插秧机，或行距25cm、7行或8行水稻高速插秧机。宜装配北斗辅助导航装置。

2.父本机插秧

根据父母本播差期不同分为两种情况确定父本的栽插方法。

（1）父本早播早插、母本后播后插的正播差期组合制种

可选用水稻高速插秧机机插父本，父本分两期播种育秧，两期父本播差期为7~8天，又分两种情况:

一是单行父本的机插。先将每期父本的盘秧纵向平均一分为二切开成2个半盘秧，1、2期父本各取半盘秧放置插秧机的一个秧板上机插1行，达到1、2期父本交错栽插的目的。

二是2行、4行，或6行父本的机插。1、2期父本间行各机插1行、2行或3行，如选择行距20cm的插秧机，机插4行或6行父本时，应插2行空1行的宽窄行机插。

（2）父本迟播迟插、母本早播早插的播差期逆差的组合

因母本已先机插到制种大田，对于单行、双方父本制种田留出的父本栽插空间窄，已不可能使用 7 行、8 行高速插秧机栽插父本。

单行父本种植的只能采用人工的方法栽插父本，1、2 其父本间隔 1~2 穴栽插。

2 行、4 行或 6 行父本可选用可栽插 2 行、4 行或 6 行水稻插秧机机插，父本分两期播种，1、2 期父本间行各机插 1 行、2 行或 3 行。

（3）父本机插株距与苗数

根据父本的生育期与分蘖成穗能力等分 3 种情况:

①对生育期长，或分蘖成穗力强的父本，栽插株距为 21cm 或 24cm，每穴机插 2~3 苗;

②对生育期短，或分蘖成穗力较差，或株型紧凑的父本，栽插株距为 15cm 或 18cm，每穴机插 4~5 苗;

③对生育期适中、分蘖成穗力中等的父本，栽插株距为 18cm 或 21cm，每穴机插 3~4 苗。

3.母本机插秧

机插株距与苗数。根据插秧机的行距、母本的生育期与分蘖成穗能力等来确定，目标是机插 1.5 万~1.8 万穴/亩。

（1）选用行距 20cm 高速插秧机栽插。对生育期长，或分蘖成穗力强的母本，栽插株距为 18cm 或 21cm，每穴机插

2~3 苗；对生育期短，或分蘖成穗力较差，或株型紧凑的母本，栽插株距为 13cm 或 15cm，每穴机插 3~5 苗；对生育期适中、分蘖成穗力中等的母本，栽插株距为 15cm 或 18cm，每穴机插 3~4 苗。

（2）选用行距 25cm 高速插秧机栽插。对生育期长，或分蘖成穗力强的母本，栽插株距为 15cm 或 18cm，每穴机插 2~3 苗；对生育期短，或分蘖成穗力较差，或株型紧凑的母本，栽插株距为 11cm 或 13cm，每穴机插 4~5 苗；对生育期适中、分蘖成穗力中等的母本，栽插株距为 13cm 或 15cm，每穴机插 3~4 苗。

4.父母本行比

使用无人飞机辅助制种授粉，根据所使用的水稻高速插秧机行数，可采用多种父母本行比种植模式:

（1）1:7 或 1:8

使用行距 25cm 7 行水稻插秧机时行比 1:7,厢宽 210cm;使用行距 20cm 或 25cm 8 行插秧机时行比 1:8，厢宽分别为 200、235cm。

（2）2:14 或 2:16

使用行距 25cm 7 行水稻插秧机时行比 2:14,厢宽 410cm;使用行距 20cm 或 25cm 8 行插秧机时行比 2:16，厢宽分别为 385、460cm。

（3）4:28 或 4:32

使用行距 25cm 7 行水稻插秧机时行比 4:28,厢宽 810cm;

使用行距 20cm 或 25cm 8 行插秧机时行比 4:32，厢宽分别为 755、910cm。

（4）6:35 或 6:40

使用行距 25cm 7 行水稻插秧机时行比 6:35，厢宽 1035cm；使用行距 20cm 8 行插秧机时行比 6:40，厢宽为 965cm。

行比 1:7、1:8、2:14、2:16 这 4 种种植模式适宜于丘陵山区的小田块小区域制种，行比 4:28、4:32、6:35、6:40 适宜于平湖区大田块大区域制种。

5.提早播种和调整播差期

（1）提早播种

使用水稻印刷粘种机播种育秧机插秧的父本和母本播始历期比传统湿润水育秧人工栽插方法的要长 7~8 天，因此为了制种能在安全抽穗扬花授粉期按时抽穗开花，需要比传统湿润水育秧人工栽插方法提早 7~8 天播种。

采用人工或机械播种发芽种子育秧机插秧的父本和母本播始历期比传统湿润水育秧人工栽插方法的要长 4~5 天，需要比传统湿润水育秧人工栽插方法提早 4~5 天播种。

（2）调整父母本播差期

应根据父本和母本采用的播种育秧与栽插方法来调整父母本的播差期:

①如父母本均采用水稻印刷粘种机播种育秧机插秧的方法，则无需调整播差期。

②如父本采用湿润水育秧人工栽插，母本采用水稻印刷粘种机播种育秧机插秧，与父母本均采用湿润水育秧人工栽插方法相比，父母本播种时差需缩短 7~8 天，叶差减少 1.5~1.7 叶。

③如父本采用湿润水育秧人工栽插，母本采用人工播种发芽种子育秧机插秧，与父母本均采用湿润水育秧人工栽插方法相比，父母本播种时差需缩短 4~5 天。

6.控制好父母本秧龄期

父母本印刷播种干种育秧方法机插秧的秧龄期长短对父母本的生育期（播始历期）影响相当大，即秧龄期在 20~30 天（叶龄 3.5~5.0 叶）内时，每推迟 1 天机插播始历期延长 0.5~0.7 天；秧龄期在 30~40 天（叶龄 5.1~6.5 叶）内，每推迟 1 天机插播始历期延长 0.7~1.1 天，且不同父母本的秧龄期对播始历期的影响程度差异大，这会导致制种父母本花期相遇因秧龄期差异有较大风险。所以制订制种技术方案时首先应明确规定父母本适宜的机插秧龄期，春制为 25~28 天、夏秋制为 22~25 天，叶龄 3.5~4.3 叶；其次应根据父本和母本机插的实际秧龄期长短，来判断对父母本抽穗开花期的影响，进而采取通过调整父母本的播差期、移栽期、机插密度、施肥早迟等措施调节，以确保制种父母本花期相遇。

7.高标准平整好制种田

机插秧前 4~5 天，选用水田激光平地机械等对旋耕好的制种大田进行平整，要求田块高低差在 5cm 以下。平整好的

大田先排水露田 1~2 天，让泥浆沉实，面泥略干后再机插。

8.调整机插株距和取苗量（每穴苗数）

育秧过程中亲本种子活力、天气、管理等因素会影响成苗率和秧苗素质，父母本大面积机插前应进行机插试验，按技术方案规定的株距、每穴苗数进行试插，明确每亩制种大田需栽插多少盘秧苗，再根据所培育秧苗的盘数，来调整株距和取苗量，确保秧苗能插足计划面积，不多秧也不少秧。

（三）无人飞机喷施制种 赤霉素技术

使用无人飞机喷施制种赤霉素因其喷施雾滴细、喷施均匀、加上无人飞机风场的作用，喷施的效果要优于人工喷施的方法。

1.用量与抽穗指标

不同的制种母本不育系因其对赤霉素的敏感度有差异，喷施赤霉素的用量与抽穗指标有很大差异。因此喷施赤霉素前要充分了解所制种母本对赤霉素的敏感度和适宜用量后来确定用量与抽穗指标，初步可分为 3 种类型，见表 2。

表 2　不同母本喷施 920 的参考用量及始喷抽穗率

母本类型	总用量（g/亩）	第 1 次喷施时抽穗率(％)
敏感型	20~30	30~40
中度敏感型	40~50	10~15
钝感型	70~100	0~5

2.喷施次数

如母本抽穗整齐度高，喷施 2 次即可，在适宜的喷施抽

穗指标时喷施第 1 次，第 2 次在第 1 次后的第 2 天喷施。两次喷施的用量可按 1:1 或 4:6 来确定。

如母本抽穗整齐度低，宜喷施 3 次，在适宜的喷施抽穗指标时喷施第 1 次，第 2、3 次在第 1 次后的第 2、3 天喷施。3 次喷施的用量可按 2:5:3 来确定。

3.喷施药液量

无论赤霉素亩用量多少，均可按每亩每次施药量约 2000mL 来对水喷施，喷施时宜加入防治稻粒黑粉病、稻瘟病的药剂混合喷施。

4.喷施时间

不宜在每天 9:00~16:00 的高温时段和在降雨时段使用无人飞机喷施赤霉素，如喷施赤霉素后 3 小时内遇降雨，则需补喷。

5.父本的喷施

使用无人飞机辅助制种授粉的，因无人飞机的风力能将父本花粉扬起向周围飘散，无论父本对赤霉素敏感性如何，即父母本株高差如何，均无需对父本进行单独喷施。比较有益的方法是，通过缩短父母本播差期 2~3 天，让父本比母本迟始穗 2~3 天来确保父本的高度。

6.注意事项

使用无人飞机喷施制种赤霉素因喷施雾滴细小和风场的作用，药液可飘散至周围 50m 左右的作物上，因此喷施前要了解制种田周围是否有会受赤霉素影响的作物和养殖，如

则在制种区有离影响作物 50m 内使用人工背负式喷雾器喷施赤霉素

（四）无人飞机辅助制种授粉技术

无人飞机飞行时旋翼产生风虽是向下的，但风到达穗叶层后又向上反弹回来，这样就能将水稻花粉向上扬起并随风飘到母本中完成授粉，且无人飞机产生的风力大，风送花粉距离远。多年的实验和实践表明，无人飞机辅助制种授粉的结实率与产量与人工授粉方法相当甚至更高，完全可用于杂交水稻制种辅助授粉。

1.航线规划

无人飞机辅助制种授粉航线规划有两种:

（1）无人飞机垂直父本或与父本有 60°以上角度的航线飞行，此种航线飞行适宜父母本行比 1:7、1:8、2:14、2:16 的种植模式下授粉飞行。

（2）无人飞机在父本厢上空飞行，此种航线飞行适宜父母本行比 4:28、4:32、6:35、6:40 的种植模式下授粉飞行，作业时要保持无人飞机的风场漩涡在父本厢上。

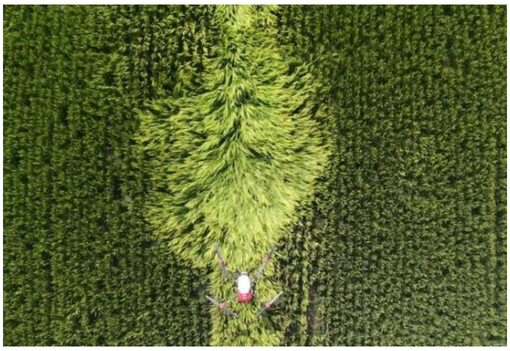
2.授粉飞行作业技术参数

不同负荷载重机型的无人飞机授粉作业时的飞行作业参数有差异，详见表 3。

表 3 不同机型无人飞机授粉作业的技术参数

机型	飞行速度（m/s）	飞行高度（m）	幅宽（m）	作业效率（亩/天·架）
负荷 15L（如极飞 P20、P30、V50，大疆 T20、T16）	4.5~5.0	1.5~2.0	6.0~7.0	50~70
负荷 40L（如大疆 T30、T40 极飞 P80、P100）	6.0~6.5	2.5~3.0	8.0~9.0	80~100

判断无人飞机飞行授粉效果的作业参数调整依据是观察飞机飞行时落在穗层“风场漩涡”（吹动穗层）的大小和深度，见下图，要求风场漩涡最大，深度适宜（15~20cm）。



无人飞机授粉作业的“风场漩涡”

无人飞机授粉作业时花粉扬起

3.授粉时期、时间、次数

（1）授粉时期

整个父本开花期授粉，约 10 天。

（2）授粉时间与次数

每天授粉 2~4 次，每次 25~30 分钟；第 1 次在当天父本盛花时开始，因受天气的影响每天开始授粉的时间不同。

在父本盛花期授粉 3~4 次，始花和尾花期授粉 2 次即可。

（五）杂交水稻种子安全快速机械干燥技术

刚收获的杂交水稻种子具有水分高（30%左右）、杂质多（杂质容积率 0.2~0.6）易破损、易劣变（粉质化、穗萌和霉变）等特性。要求烘干的杂交水稻种子发芽率能达到正常晾晒水平，平均脱水速率 0.7%~0.9%/h，种子破损率增值低于 0.1%，无机械混杂。

1.优选静态或间歇循环的持续式烘干模式

优选静态卧式烘干机和间歇循环的房式烘干机，优选生物质燃烧炉和空气能热泵机作为热源。

房式烘干机

静态卧式烘干机

2.抢收抢烘

在种子活力最高的适宜收获期快速收获和快速转运入机干燥；宜在种子成熟度 80%~90%时抢晴好天气收割，收割脱粒后的种子宜在 3 小时以内进入烘干机开始烘干或开启风机通风。

3.控制风温

烘干时控制热风温度在 42~45℃，全程监测烘干机的热

风温度。为提高烘干速度，可选择热风变温烘干模式，即种子水分在20%以上使用40~42℃的热风，水分在15%~19.9%时使用45~47℃的热风，水分在11.5%~14.9%时使用48~50℃的热风。

4.监控水分

根据所用烘干机类型、烘干热风温度、初始水分等来判断所需烘干时间，及时抽样检测水分。烘干至种子水分11.5%时，即停止热风加热，保持烘干机风机运转1~2小时，种子降温后再卸出烘干机。

5.两段烘干方法

针对在收获干燥期预报有降雨天气，缺乏必要烘干机械，需要抢收抢烘干田间大量种子而提出的一种方法。第1段将种子烘干至水分16%~17%时，卸出烘干机，放置常温仓库保存4~5天，再入机烘干至水分11.5%。第1段后空出烘干机来抢烘田间其他种子，快速地将田间种子高质量抢收抢烘出来。

（六）杂交水稻全程机械化制种关键技术应用的基础条件

1.优选适宜的农机具

（1）水稻印刷粘种机。

（2）行距20cm或25cm的水稻高速插秧机。

（3）植保/施肥无人飞机。

（4）静态卧式烘干机或房式烘干机。

2.建设宜机化制种基地，达到高标准制种农田

主要有田块小改大、田埂弯改直，配套机耕道、灌排水沟渠建设，提高机械作业效率。

3.培养既懂农机又懂制种技术的农机手

宜组建农机作业专业化服务组织。

4.选择高质量（纯度）制种亲本种子

亲本种子纯度达到99.8%以上。

（七）其他

1.制种“3个安全期”的安排

根据各制种区域的安全抽穗扬花期、安全收获期、两系制种母本育性安全期来安排。

2.制种田块的耕整平整和父母本收割

选用水稻种植所用的耕整和平整机械进行制种田的耕整和平整，选用掉粒少、清选效果好的水稻联合收割机收割母本杂交种子。

父本可采用人工方法在授粉结束后的5天内割除，如父母本种植行比为4:28、4:32、6:35、6:40的群体，可保留父本至母本先收割完后再用水稻联合收割机将父本作为商品稻谷收回，但收割母本前宜用竹木杆将父母本分拨开，防止父本稻穗误收割入母本种子中。

3.施肥、病虫草害防治和水分管理

施肥和植保施药宜使用无人飞机进行，具体施肥量、施肥次数、植保施药用药品种和次数、水分管理等可参照各基

地、各组合传统人工制种的方法进行。

四、技术示范推广情况

2018 年该项技术成果开始在湖南省武冈、绥宁、溆浦、攸县，海南省乐东、东方，江苏省大丰，福建省建宁等制种基地示范应用，通过多年的技术培训、技术示范观摩等措施，至 2024 年全国杂交水稻制种母本机插秧技术应用率 40%以上、农用无人飞机喷施 920 技术应用率 30%以上，杂交水稻种子机械干燥率达 90%以上，植保无人飞机辅助授粉率达 10%左右，基本实现了杂交水稻制种全程机械化作业。应用全程机械化制种技术在确保制种高产稳产的前提下，制种劳力用工从人工制种的 12~13 个/亩减少至 5~6 个/亩，减少 50%以上，节省用工成本 350 元/亩以上；杂交水稻种子发芽率合格率达到 98%以上，发芽率达到 85%以上的比例 90%以上。

典型应用案例：江苏金色农业股份有限公司自 2018 年推广应用父母本印刷粘种播种育秧技术、母本机插秧技术、植保无人飞机施药/施肥和喷施赤霉素技术、无人飞机辅助授粉技术、种子机械干燥技术等杂交水稻全程机械化制种技术以来，制种规模从 2017 年的 1.2 万亩，至 2021~2024 年稳定扩大到 3.5 万亩以上，其中母本机插秧技术应用率 90%，无人飞机植保施药施肥作业和种子机械干燥应用率 100%，无人飞机辅助授粉技术应用率 60%，制种产量稳产高产，种子发芽率与人工方法提高 8 个百分点以上，制种成本每亩降低了 350 元左右。

五、技术依托单位

（一）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街20号楼

邮政编码：100125

联 系 人：邱军、马文慧、马振国、刘春青、唐嘉城

联系电话：010-59194554

电子邮箱：mawenhui@agri.gov.cn

（二）袁隆平农业高科技股份有限公司

联系地址：长沙市和平路638号

邮政编码：410125

联 系 人：刘爱民

联系电话：13367316723

电子邮箱：lam@lpht.com.cn

（三）湖南杂交水稻研究中心

联系地址：长沙市远大二路736号

邮政编码：410125

联 系 人：刘爱民

联系电话：13367316723

电子邮箱：liuaimin67316723@126.com

（四）华南农业大学

联系地址： 广州市天河区五山路483号

联 系 人：周志艳

联系电话：13560026139

电子邮箱：zyzhou@scau.edu.cn

（五）湖南农业大学

联系地址：长沙市芙蓉区人民东路

联 系 人：张海清

联系电话：13807310290

杂交中稻-再生稻两季吨粮
优质高效绿色栽培技术

一、适宜区域

本技术适用于南方海拔 450 m 以下，年活动积温 4200~4800℃水稻种植区。

二、适用作物

中稻-再生稻。

三、技术要点

杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术的核心包括：选择优质强再生力高产品种、培育中苗机插壮秧、节水高效施用粒芽肥、头季稻机械化收获、再生稻优质高产栽培技术等。

（一）品种选用

选用通过国家或地方审定、推广面积大且适宜本地生产，头季稻生育期 145~150 天，头季稻开花期耐高温，抗倒性好，再生力强，两季丰产性好，稻米品质达到国标 3 级以上（直链淀粉≤16%）的优良杂交稻品种，种子质量应符合 GB 4404.1 的规定，品种品质应符合 NY/T 593 的规定。

（二）培育中苗机插壮秧

1.秧块和秧苗素质要求。机插秧块长（580±1）mm、宽（280±1）mm、厚2.0~2.5 cm。秧块形状要求四角垂直方正，不缺边、缺角。秧块均匀，群体质量均衡，无明显弱苗、病

株和虫害，成苗1.0~1.5株/cm^2。根系盘结牢固，盘根带土厚薄一致，秧苗韧性强、弹性好，秧块柔软能卷成筒，提起不断、不散、底面布满白根，形如毯状。秧苗健壮，叶龄4~5叶（中苗），苗高15~18 cm，茎基粗扁，宽度0.15 cm以上。叶挺色绿，根系发达，单株白根6条以上。

2.秧田选择与准备。选择无污染的背风向阳、土质疏松、土壤肥沃、排灌良好、便于管理、运输方面的地块做育秧田。秧田与本田比例 1:80~1:90，每亩大田按 7.5~8.5 m^2 面积准备秧田。秧田厢面宽 1.4~1.5 m，厢沟宽 25~30 cm，深 15 cm。播种前 10~15 天，亩施复合肥（N∶P_2O_5∶K_2O=15∶15∶15）20.0 kg 作为苗床基肥，按照翻耕、施肥、翻锄、耙细的顺序将肥料与 10 cm 左右的耕层土壤充分混匀，要求平整、细碎。

3.播种期和播种量。播种期要综合考虑秧龄、品种和当地的气候条件再确定。机插秧的秧龄为30 ~35 天（中苗），2月底至3月初适时播种，播种量：发芽率≥85%，种子千粒重20 ~25 g的品种，每盘播干谷70 ~80 g；种子千粒重25 ~30 g，每盘播干谷80 ~95 g，用旱育保姆拌种。

4.播种。每亩本田备硬盘21~24个，秧盘规格按NY/T 1534执行。可采用营养土育秧或育秧基质进行全自动流水线机械化播种，一体化完成铺底土、洒水（添加敌磺钠）、播种、盖土等工序。其中营养土育秧优选肥沃蔬菜田土壤，冬季增施有机肥培肥地力，粉碎至颗粒直径≤5 mm，每200 kg土拌育苗伴侣600~800 g培肥消毒，若用基质育秧可直接上机播种，

播种时底土厚度为1.8~2.0 cm，盖种土厚度为0.3 ~0.5 cm，底土用敌磺钠对水消毒。

5.叠盘暗化催芽。播种后清除秧盘上缘的泥土，并将秧盘整齐叠置于秧盘托架，托架尺寸为120 cm×60 cm×13 cm，上下盘间堆叠整齐，防止相互压住营养土（或基质），叠盘高度以25~30盘为宜，人工或机械搬运至暗化场，托架间留10~15 cm的间隙以促进空气流通，采用三色彩条布覆盖进行暗化催芽，芽长1.0~1.5 cm结束暗化，气温高于32℃时考虑揭布或喷水降温。

6.秧田管理。暗化结束后，人工搬盘或机械化输送秧盘至秧田，摆盘要求整齐一致，盘与厢面、盘与盘之间紧密接触，摆盘后起厢沟中泥土填敷盘边空隙，速灌透水1次并速排，施药防病后，采用厚度规格为30~50 g/m^{2}的白色无纺布覆盖，并用泥土压住无纺布边缘。当秧苗生长至2叶1心时，可完全揭无纺布。整个秧苗生长期，应采用干湿交替灌溉，秧苗浇1次透水后自然落干或排水保持土壤湿润。

2 叶 1 心揭无纺布后，应及时用 50%敌磺钠可溶粉剂1000 倍液喷施苗床，可防治立枯病，并注意绵腐病、稻瘟病和虫害的协同防治。亩施尿素 5.0 kg 促进分蘖，并于移栽前4~6 天排干秧田水，每平方米喷施尿素 15~20 g 作“送嫁”肥和送嫁药，以保证秧苗生长旺盛，带肥带药入田。一般秧龄 25~30 天机插，秧苗可达到生长均匀，颜色嫩绿，白根数多，盘根力强，适栽性好。

（三）头季稻栽培技术

1.耕整地。通过旋耕机、水田驱动耙和打浆机等耕整机械将田块进行耕整，达到田面平整，全田高低差不宜超过 5 cm 为宜，田面“整洁”，无杂草杂物，无浮渣等，表土上细下粗，上烂下实。砂质土沉实 1 天左右，壤土沉实 1 ~2 天，黏土沉实 2 ~3 天，保持浅薄水机插。

2.机插。根据有机水稻生产选用品种的丰产性和目标产量确定栽插方式及栽插密度，可以 6 行手扶插秧机或使用梯台田深泥脚乘坐式 4 行轻简型插秧机，常规规格机栽 30 cm×20 cm 或采用预留行、半预留机收行种植模式（即预留 1 行 60 cm 收割机碾压行、头季稻机插 7 行预留 1 行的方式，按 30 cm×（16 ~18）cm 规格栽插，以减少头季机收压桩率），机插密度杂交稻 1.0 万~1.2 万穴/亩，适宜抓秧量为 3~4 苗，亩栽插适宜基本苗为 3 万~4 万苗。栽插应浅、稳、匀、直，伤秧率≤4%，漂秧率≤3%，漏插率≤5%，均匀度合格率≥80%，插秧深度合格率≥90%；机插稻连续缺窝 3 穴以上时，及时进行人工补苗。

3.节水灌溉。依据水稻高产需水的生育规律，根据田块灌溉水源条件，可以选择性地分生育时期实施高效灌溉。栽秧至返青期薄水灌溉。保持田面 1.0 ~1.2 cm 水层进行插秧，插秧后保持 2.0~2.5 cm 水层。分蘖前期间歇灌溉。返青成活后至分蘖前期，田面建立 1.0~3.0 cm 水层，自然落干后再灌溉 1.0 ~3.0 cm 水层的交替灌溉。分蘖盛期控水晒田。分蘖数

达到 12 万~15 万/亩进行晒田，晒至田面开裂口（0.2~0.3 cm），田中不陷脚。可根据苗情、叶色退淡落黄采取提前晒田、排水晒田或多次晒田。孕穗期至开花期浅水灌溉。晒田复水后，孕穗期至开花期保持 1.0 ~3.0 cm 水层浅水灌溉。花后至成熟期湿润交替灌溉。籽粒灌浆结实期间，建立 2.0~3.0 cm 水层，自然落干 1 ~2 天后再灌水的干湿交替灌溉。收获前 10 天左右适时断水，便于机械化收割。

4.高效施肥。根据水稻需肥规律、土壤肥力和肥料效应，应符合 NY/T 496 肥料合理使用准则与 GB/T 15063、GB/T 23348 的规定，基肥施用宜用旋耕施肥一体机作业；追肥宜用农用无人航空器作业。（1）基肥。亩施纯 N 4.0 ~ 5.3 kg，P_2O_5 3.3 ~ 5.0 kg，K_2O 4.0~6.0 kg，推荐施用充分腐熟符合规定的优质农家肥或商品有机肥替代常规化肥，在本田耕作或移栽前 1 天施用。（2）分蘖肥。亩施纯 N 2.0~2.7kg，在水稻苗返青后（移栽后 7~10 天）施用。（3）粒芽肥。齐穗后 5~7 天，根据长势亩施纯 N 4.0~5.0 kg，并按 $N:K_2O$ 为 1:0.5 配施相应钾肥。

5.农药机械化施用。坚持“预防为主、绿色防控、综合防治”的原则。采用农业防治、物理防治、生物防治的方法，严禁使用国家禁用农药、化学合成农药，农药使用应符合 GB/T 8321 和 GB/T 19630.1 规定。移栽后 1 ~2 天，结合蘖肥施用 40%苄嘧·丙草胺可湿性粉剂防除杂草，利用频振式太阳能杀虫灯诱杀趋光性较强的害虫等；尤其注意纹枯病防治，

应防治两次，第 1 次防治适期在头季稻高苗期前后，第 2 次防治适期在孕穗期前后，以在上午田间稻株有露水时为喷施井岗霉素为佳。此外，病虫害还应根据当地病虫测报和田间观察调查，及时防治螟虫、稻苞虫、黏虫、稻飞虱、稻瘟病、稻曲病等。采用无人机或地面机械进行机械化植保。

6.头季稻机械化收获。当全田 50%稻株休眠芽开始破鞘现青时收割头季稻，或 10%稻株可见再生苗时收割头季稻。8 月上旬收割的头季稻留桩高度宜为 30 ~35 cm，8 月中旬收割的头季稻留桩高度宜为 40 ~45 cm。籼粳杂交型品种头季稻留桩高度相对可降低 10cm。收获机作业时应沿稻田的长边行驶收割，秸秆粉碎还田，在田的两头（端）掉头、减小压桩率。收获机轨距应与机插行距相匹配，小田块稻田宜选择履带宽≤20cm、工作幅宽≥105 cm 的小型收获机进行机收。

（四）再生稻栽培技术

1.节水灌溉。灌溉水质量应符合 GB 5084 的规定。头季稻收割后及时复水 5~10 cm；发苗至抽穗期采用浅水灌溉，齐穗至成熟间歇灌溉。

2.施发苗肥。头季稻收割 3 ~5 天亩施尿素 5~10 kg，施用尿素应符合 GB/T 2440 的规定。宜采用农用无人航空器施尿素作业，作业匀速飞行，飞行高度（距离地面） 3 ~4 m，转速 700n~1100 转/分钟。飞行速度根据田间计划施肥量和农用无人航空器抛撒速度调整为 4 ~7 m/s，最大不超过 10 m/s。作业宽幅 5 ~7 m。

3.病虫害防控。病虫害防控农药使用应符合 NY/T 393 和 DB50/T1036 的规定。宜采用植保无人机作业，用药液量 15~22.5 L/亩，飞行速度为 3 ~6 m/s。载荷 20.0 L 的植保无人机飞行高度（距离地面）2.5 ~3.0 m，作业幅宽为 4.5 ~6 m; 载荷 30.0 L 的植保无人机飞行高度（距离地面）3.0 ~3.5 m，作业幅宽为 6.0 ~9.0 m，尤其注意再生稻发苗盛期，根据当地植保部门预测预报预防第三代螟虫。

4.整齐抽穗。再生稻抽穗 10%~20%时，宜亩用赤霉素 1.5 ~2.0g 对水后，采用植保无人机喷施作业。用药液量 1.0 ~1.5 L/亩，飞行速度为 3 ~6 m/s。载荷 20.0 L 的植保无人机飞行高度（距离地面）2.5 ~3.0 m，作业幅宽为 4.5 ~6.0 m; 载荷 30.0 L 的植保无人机飞行高度（距离地面）3.0 ~3.5 m，作业幅宽为 6.0 ~9.0 m。

5.收获。当全田 90%左右的籽粒黄熟时及时机械化收获。

（五）生产记录与建档

生产记录包括可进行质量追溯的水稻生产田地理位置、田块管理人员，种子购买、肥料购买与使用、农药购买与使用、一季中稻—再生稻种植全程农事记录、收获时间、运输与储藏等应真实、详尽、准备的记录，并建档集中管理，档案保存 5 年以上。

四、技术示范推广情况

2015 年以来，四川省每年推广以“优质强再生力高产品种、机插稻增效稳苗（保证亩栽 1.1 万穴）、头季稻节水节肥

高效管理、粒芽肥高效施用促再生稻”为核心技术的杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术模式，已示范500万亩以上。其中，在国家重点研发计划项目——“川南杂交中稻−再生稻丰产高效技术集成与示范”、农业农村部项目——“西南区中稻一再生稻高产高效技术集成示范”等资助，以及天府粮仓•百县千片建设行动下，杂交中稻-再生稻示范面积148万亩，平均单产达1080kg/亩以上。泸州市合江县大桥镇上房村100亩超高产示范片，连续5年亩产在1100kg左右。其中，2024年优质稻品种甬优4949，经专家验收，杂交中稻+再生稻两季合计平均亩产1270.3kg；创造了四川省杂交中稻-再生稻高产纪录，四川省电视台四川观察进行了相关报道。

（一）典型应用案例1：合江县杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术示范与推广

2021~2024年合江县持续建设中稻再生稻千亩高产示范区5个、百亩超高产示范区2个，示范杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术，其中2024年合江县大桥镇上房村百亩超高产示范片经专家组现场实测，示范片品种选用甬优4949，头季平均亩产776.63kg，再生稻平均亩产493.7kg，中稻+再生稻综合平均亩产1270.3kg，创全省新纪录。超高产示范片示范带动千亩展示片2024年专家组现场实测中稻再生稻平均亩产989.35kg，比合江县2023年水稻平均亩增产399.35kg，增幅67.68%；示范带动全县水稻单产提升5kg/

亩以上，增加粮食2500t以上。

（二）典型应用案例2：荣县杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术示范与推广

2022~2024 年荣县共建设千亩高产示范区15个、百亩超高产示范区4个，示范杂交中稻-再生稻两季吨粮优质高效绿色栽培技术，其中2024 年荣县参加“天府粮仓·百县千片”建设中，选用杂交稻品种华浙优210、川种优3607，其中在荣县观山镇水池村建设的200亩超高产示范片，经专家组现场实测，示范片头季稻平均亩产 792.00 kg，再生稻平均亩产 391.50 kg，中稻再生稻综合平均亩产 1183.50kg。获得四川省农业农村厅百亩超高产示范区先进团队的荣誉称号；获四川观察报道，得到广大农业新型经营主体的一致好评。

五、技术依托单位

（一）四川农业大学

联 系 人：孙永健、马均、杨志远

联系电话：15928754521

电子邮箱：yongjians1980@163.com

（二）四川省农业科学院水稻高粱研究所（四川省农业科学院德阳分院）

联 系 人：徐富贤、张林、蒋鹏

联系电话：18090167012

电子邮箱：xu6501@163.com

（三）四川省农技推广总站

联 系 人：周虹、张蕊

联系电话：13540143821

电子邮箱：402253722@qq.com

大豆种子药剂包衣技术

一、适宜区域

各大豆产区。

二、适用作物

大豆。

三、技术要点

大豆根腐病被列为国家一类农作物病虫害名录，是影响我国大豆安全生产、制约大豆单产提升的首要病害，尤其是在东北地区，由大豆疫霉侵染导致的疫霉根腐病为害严重，造成死苗、缺苗，严重影响产量。近年来新发的新型大豆镰孢根腐病在大豆结荚鼓粒期显症，引发根腐，造成植株死亡，豆粒无法正常成熟，形成“辣椒籽粒”，产量损失大。根腐病主要以种子带菌进行远距离传播，菌源在土壤中长期存活，种子药剂包衣是有效预防该病的重要措施，同时具有促进种子生长发育并增强其抗逆性等效能。

（一）精选良种

选择正规包装的抗耐病大豆品种，做好种子清（精）选，减少种子带菌。

（二）对症选药

选用在大豆上取得国家农药登记的正规产品。大豆根腐病通常由镰刀菌、疫霉菌、腐霉菌、镰孢菌、立枯丝核菌等多种菌引起，精甲霜灵可防治由卵菌（如腐霉菌、疫霉菌）

引起的大豆根腐病，咯菌腈可防治由镰刀菌、立枯丝核菌等引起的大豆根腐病。在杀虫剂方面，噻虫嗪可防治大豆苗期的蛴螬、细胸金针虫、伪金针虫等地下害虫及早期的蚜虫、蓟马等。

针对根腐病往往由多种病菌混合侵染引发，可选用精甲霜灵·咯菌腈等复配种衣剂；在新型镰孢根腐病的发生地区，要同时添加三氟吡啶胺等成分；在地下害虫、蓟马、蚜虫发生严重的地区，可添加噻虫嗪进行包衣。

在常规大豆生产中建议使用 62.5g/L 或 63g/L 精甲·咯菌腈 350~400mL/100kg 拌种；在发生新型镰孢根腐病的地区，应使用 200g/L 三氟吡啶胺种子处理悬浮剂 150~200mL+62.5g/L 精甲·咯种子处理悬浮剂 300mL/100kg 拌种。

（三）科学规范包衣

1.选择适用包衣器械。根据播种量可选用拌种机、干净容器或塑料袋（膜）进行包衣。

小型拌种机包衣

干净塑料布包衣

2.保证科学药量。严格按照种衣剂说明书确定药剂的使用量，不宜减量或超量使用。两种或两种以上种衣剂混用时，每100kg种子所用的总药液量控制在400~800mL。种衣剂不建议加水稀释。


3.注意包衣细节。杀菌和杀虫的种衣剂可混合使用，两种以上药剂需提前量好、混匀，待包衣机匀速运行后，再逐渐添加药剂开始包衣。

4.控制包衣时间。包衣时间不宜超过1分钟。

5.妥善阴干保存。药剂包衣后的种子及时摊平，待阴干后再装入透气的袋子或其他容器中待播。避免暴晒。可在播前3~4周完成包衣或随包随播。

（四）适期播种。根据地温等条件确定适宜播期，清洁机具，严把播种质量关。包衣后种子光滑度下降，可酌情使用滑石粉等润滑材料以利播种机排种，谨慎实施二次拌种。

（五）综合防控。大豆生长期及时监测病虫害发生情况，初花期前后和结荚鼓粒期可酌情喷施含吡唑醚菌酯、苯醚甲环唑、嘧菌酯的杀菌剂和含噻虫嗪、氯虫苯甲酰胺、高效氯氟氰菊酯的杀虫剂，结合叶面肥进行“一喷多防（促）”，预防中后期病虫害引起的大豆早衰等问题。

四、技术示范推广情况

2023-2024 年，依托黑龙江省种业创新资金（4000 万元），在黑龙江省主要大豆生产县份推广应用大豆种子药剂包衣技术 1032 万亩次，并连续在全省设立以种子包衣为主要措施的单产提升示范区 90 个，在示范带动下，2024 年全省大豆种子包衣率达到了 91%，种植户对大豆种子包衣技术充分认可。大豆疫霉根腐病发生面积比 2022 年下降 76%，每亩增产大豆 20kg 以上。“支持推广大豆种子包衣”被写入 2024 年农业农村部一号文件，成为 2024 年全国大豆大面积单产提升的关键支撑技术。2025 年国家启动实施大豆种子包衣补贴，黑龙江省实现大豆种子包衣全覆盖。农业主管部门起草了《2025 年全国大豆种子包衣技术意见》，立项《大豆种子药剂拌种技术规程》农业行业标准。相关技术于 2022-2025 年连续 4 年入选农业农村部重大引领性技术或主推技术，获 2023 年度神农中华农业科技一等奖。

五、技术依托单位

（一）黑龙江省植检植保站

联 系 人：宋显东、焦晓丹

联系地址：黑龙江省哈尔滨市香坊区珠江路21号
联系电话：13945699436、15045070211
电子邮箱：15045070211@163.com

（二）南京农业大学

联 系 人：王源超、叶文武
联系地址：江苏省南京市江北新区横江大道 666 号
联系电话：13815882576、13770681681
电子邮箱：yeww@njau.edu.cn

（三）中国农业大学

联 系 人：刘西莉、刘鹏飞
联系地址：北京市海淀区圆明园西路2号
联系电话：13801214299、13621368507
电子邮箱：seedling@cau.edu.cn

棉花智能滴灌水肥一体化管控技术

一、适宜区域

新疆棉区、黄河流域棉区。

二、适用作物

棉花。

三、技术要点

针对我国棉花主产区普遍存在的水肥管理依赖人工经验、粗放式操作导致的利用效率低下与人工成本高昂问题，以及自动化智能化配套装备研发不足的现状，从“技术-装备-平台”3个维度开展棉花水肥高效管控全链条创新研发。在技术层面，构建了基于多头LSTM网络的棉田土壤墒情长周期预测模型、基于WOA-XGBoost的棉花需水量预测模型，以及融合遗传算法与DSSAT模型的棉花水肥诊断决策模型；在硬件层面，成功创制了包括分布式多模态智能水肥一体机、槛式轴向压紧密封型电动蝶阀、磁感脉冲式智能流量计、穿孔型仿生灌水器和特斯拉阀型灌水器在内的关键执行设备。在此基础上，开发了棉花水肥智能管理系统，集成构建了棉花智能滴灌水肥一体化综合管控技术体系，实现了从水肥需求智能决策到田间精准调控的全流程智能化管理，有效达成节水、节肥、增产与增效的目标。

（一）智能水肥一体机及核心部件

1.分布式多模态部署

系统构成与功能。智能水肥一体机采用控制中心与施肥单元分布式部署模式，可根据棉田分布灵活组建灌溉网络。系统依据土壤墒情传感器、气象站等实时数据，通过内置控制模型自动决策，驱动水泵、肥泵及电动阀，实现分区域、分时段的精准水肥供应。

主要技术参数。控制模块。核心控制器可采用 PLC 或工业级嵌入式计算机。人机交互界面宜选用 7 英寸及以上电容式触摸屏。**供电系统。**野外独立运行场合，需配置太阳能光伏板（功率≥30 W）与磷酸铁锂电池（电压 12 V，容量根据负载计算确定），确保连续阴雨天条件下系统可正常运行≥3 天。**施肥模块。**根据需求选配不同模式：Ⅰ型（三通道），适用于需独立精准控制氮、磷、钾 3 种肥液的场合；Ⅱ型（双通道），适用于同时进行精准施肥和施药的场合；Ⅲ型（文丘里单通道），适用于小面积或单一肥料施用的场合，采用文丘里原理吸肥。**安全保护。**各肥液桶应安装浮球或激光液位开关，实现低液位自动报警并停机。管路系统应设置压力传感器与流量计，监控运行状态。

技术操作规程。设备安装。根据田块布局，将各施肥单元就近安装于田间，通过 PVC 或 PE 管路与主干输水管路连接。所有接口应密封可靠，防止泄漏。控制中心应安置于室内或防水箱体内，避免日晒雨淋。**系统启停。**启动：接通电源后在触摸屏主界面选择作业模式（自动/手动），设定目标灌溉水量、施肥量（或 EC/pH 值），确认参数无误后，启动

系统，泵、阀将按程序自主运行；运行监控：系统自动根据流量反馈调节泵速与阀开度，通过触摸屏或远程监控平台关注运行状态，如出现报警（如液位低、压力异常）及时处理；停机：灌溉任务完成后，系统自动关闭泵阀，长期停用前排空管路内残留液肥，防止堵塞或冻损。**维护保养**。定期检查水泵、传感器等部件工作状态。

2.水肥配比控制算法

算法功能。基于 GWO 优化的模糊神经网络 PID，精确控制水肥混合后的 EC/pH 值，解决传统 PID 控制在非线性、时滞系统中的超调大、响应慢问题。

核心参数。**控制精度**。水肥 EC 值控制误差⩽±0.1 mS/cm；pH 值控制误差⩽±0.1。**响应性能**。较常规 PID 控制，调节时间缩短 60%以上，超调量显著降低。

实施要点。该优化算法封装为嵌入式软件，植入一体机 PLC 或控制器中。用户无需进行算法编程，只需在界面设定目标 EC/pH 值。系统上电后，算法自动运行，通过传感器反馈实时调整吸肥泵频率与阀门开度。

3.双喉部文丘里吸肥器

产品特性。核心吸肥部件，采用双喉部对冲流道设计，有效减少能量损失，提升吸肥效率。

性能参数。在相同进口压力（0.05~0.25 MPa）条件下，吸肥性能较传统文丘里施肥器提升 76.2%以上。

结构参数。进/出液管直径根据系统流量选定；喉管直径

与进液管直径比为 0.28~0.33；喉管长径比为 1.0~1.23；两收缩管夹角：36°~46°；两扩张管夹角：12°~20°。

操作要求。安装时保证进口压力稳定在推荐范围内。首次使用或更换肥料时，需用清水充分冲洗，防止流道堵塞。

（二）配套水肥自动化滴灌设备

1.槛式密封结构电动蝶阀

产品特性。采用创新槛式压紧密封取代传统挤压式密封，有效克服因磨损或热胀冷缩引起的漏水、渗水问题。

操作要求。安装时需确保阀门进出口方向正确。执行机构与控制器接线牢固。

2.磁感脉冲式智能流量计

技术参数。**测量精度**。误差<±1.5%。**量程范围**。10~350 m^3/h^1。**转轮参数**。叶片数 4~6 片，长度 5~10 mm，厚度 2~4 mm，倾角 30°~60°。

安装规范。必须保证管道内满流状态，上游直管段长度⩾10 D（D 为管径），下游⩾5 D。若上游有弯头、阀门等扰流件需加长直管段，具体安装要求见表 1。选用与管径匹配的专用套管，确保转轮位于管道最优测量点。

表 1 测流元件安装要求

上游阻流件情况	最小上游直管段长度	最小下游直管段长度
理想流场	≥10~20 D	≥5 D
单个 90°弯头	≥15~20 D	≥5 D
同一平面两个 90°弯头	≥20~25 D	≥5 D

上游阻流件情况	最小上游直管段长度	最小下游直管段长度
不同平面两个 90°弯头	≥30~40 D	≥5 D
渐缩管（变径）	≥10~15 D	≥5 D
渐扩管（变径）	≥10~30 D	≥5 D
全开闸阀	≥10~20 D	≥5D
半开球阀或调节阀	≥40~50 D 或更长	≥5 D

使用与维护。安装后通电，待水流稳定（5 分钟后）读取数据。定期检查轴承磨损和密封圈老化情况。

3.系列高性能滴灌灌水器

产品类型与性能。**穿孔型仿生灌水器**。流态指数 0.465~0.470，额定流量 2.5 ± 0.3 L/h，工作压力范围 25~300 kPa。抗堵塞性能较市场主流产品提升 30%以上。**特斯拉阀型灌水器**。流态指数 0.460~0.467，额定流量 1.5 ± 0.3 L/h，工作压力范围 25~300 kPa。抗堵塞性能提升 30%以上。

选型与铺设。**选型**。根据棉花需水规律、土壤质地及水质情况选择。高含沙水源宜优先选用穿孔型仿生灌水器。**滴头间距**。根据棉花行距配置，一般为 30~40 cm。**铺设长度**。平地（坡度<3%）单条滴灌带铺设长度不宜超过 80m，以保证灌水均匀度。

配套过滤系统。**过滤器选型**。水源无机物含量<10 mg/m^3 或粒径<80 μm，宜选用砂石过滤器或筛网过滤器。水源无机物含量 10~100 mg/m^3 或粒径 80~500 μm，宜采用“离心/筛网过滤器（初级）+砂石过滤器”组合。水源无机物含量>100

mg/m³或粒径>500 μm，应设沉淀池或离心过滤器初级处理，后再经筛网/砂石过滤。穿孔型仿生灌水器配套过滤器滤网≥80 目，特斯拉阀型灌水器配套过滤器滤网≥100 目。

（三）棉花水肥智能管理系统

1.棉田土壤墒情预测模型

模型功能。基于多头 LSTM 算法改进提出，融合历史与实时土壤水分、气象、灌溉数据，预测未来 12~48 小时棉田不同土层（20 、40 、60 、80 cm）的体积含水率。

数据要求。**数据采集**。布设物联网传感器，每小时采集一次土壤墒情、气温、湿度、风速、太阳辐射等数据。**数据质控**。对异常数据进行剔除和插补。

部署与应用。模型需基于历史数据（建议≥2 年）进行训练和校准。部署于云端服务器或边缘计算节点，通过 API 接口为管理系统提供预测服务。预测结果用于判断灌溉需求时机，精度（R^2）达 0.8 以上。

2.棉花水肥诊断决策模型

模型组成。**需水预测模型（WOA-XGBoost）**。输入气象、土壤数据，输出棉花小时级蒸散量（需水量）预测。**水肥优化模型（NSGA-II-DSSAT）**。耦合作物生长模型与遗传算法，模拟不同水肥方案下的棉花生长与产量，推荐最优灌溉量与施肥配比。

应用流程。系统自动获取或人工输入棉田基础信息（品种、土壤、生育期）。模型根据实时监测数据和预测结果，

每日生成或更新灌溉施肥建议方案（灌溉时间、灌水量、氮、磷、钾施肥量）。方案经管理员确认后，可自动下发至智能水肥一体机执行。

3.灌区智能管理平台

平台功能。**实时监控**。集中显示各田块土壤墒情、设备状态、灌溉进度等。**智能决策**。集成墒情预测与水肥诊断模型，提供灌溉预案。**远程控制**。支持对水肥一体机、电动阀等设备进行远程手动/自动控制。**预警报警**。对设备故障、数据异常、灌溉偏离等进行提示。**数据管理**。存储历史数据，生成统计分析报表。

部署方式。采用 B/S 架构，支持 PC 端和移动端访问。可部署于私有云或公有云服务器。

（四）系统集成与实施规范

设备集成。通过标准化通信协议（如 Modbus、MQTT）将智能水肥一体机、传感器、阀门、流量计等接入管理平台，实现“感知-决策-控制”闭环。

安装调试。遵循“先主后分、先硬后软”原则，依次完成管路铺设、设备安装、电气接线、网络连通、系统配置与算法参数校准。系统正式运行前，必须进行清水试运行，检查所有设备动作是否正常，通信是否稳定。

运行维护。**日常检查**。定期巡视田间设备，检查传感器读数是否异常，管路是否泄漏。**定期维护**。按设备要求定期清洗过滤器、校准传感器、保养机械部件。**系统更新**。平台

软件和模型算法更新后需及时升级。

四、技术示范推广情况

2023年，在石河子大学节水灌溉试验站技术示范，提升了灌溉自动化水平，提高了水肥利用效率，站内水分利用效率提高了10%，亩产平均值提升5%以上。示范中持续优化并推进技术标准化，形成了具有广泛适用和快速布设特点的“棉花水肥智能灌溉技术”整体解决方案。自2024年起至今，已在兵团南北疆典型团场（第一师12团，第三师44团、46团，第八师121团、143团、148团，第十五师伽师总场）及自治区多地州市（阿克苏地区库车市、沙雅县，喀什地区岳普湖县、巴楚县，克拉玛依市，昌吉州玛纳斯县）开展实际应用，具体案例如下：

典型应用案例：新疆棉花水肥智能滴灌示范工程

主要内容：将分布式多模态智能水肥一体机、槛式轴向压紧密封型电动蝶阀、特斯拉阀型贴片式滴灌带等自研关键设备，以及田间气象站、土壤墒情仪、环境监测站等配套棉田小微环境数据收集设备等，接入自主开发的棉花水肥智能管理系统，集成具备墒情实时感知-水肥自主诊断-阀门远程启停-配施全程监测等功能于一体的智能水肥滴灌配施系统，实现对棉花膜下滴灌水肥的精准管理。**应用规模**：2024年至今覆盖面积达18万亩。**应用效果**：通过智能化管理，棉花产量平均提高48.4 kg/亩，稳产下灌水量平均减少45 m^3/亩，水分利用效率平均提高9.8%，灌溉水有效利用系数平均提升

12.37%，管理效率提升 55%。

五、技术依托单位

（一）石河子大学

联系地址：新疆石河子市北四路 221 号

邮政编码：832003

联 系 人：张金珠、刘宁宁、李文昊、金瑾、张继红、李淼、温越

联系电话：19914347696

电子邮箱：lnndmail@163.com

（二）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街 20-718

邮政编码：100125

联 系 人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194532

电子邮箱：chenguangfeng@agri.gov.cn

（三）新疆农业大学

联系地址：新疆乌鲁木齐市农大东路 311 号

邮政编码：830052

联 系 人：王振华、韩悦、陈睿、赵经华、马合木江·艾合买提、陶洪飞

联系电话：13201093132

电子邮箱：wzh2022027@163.com

（四）北京市农林科学院智能装备技术研究中心

联系地址：北京市海淀区曙光花园中路 11 号

邮政编码：100097

联 系 人：张钟莉莉、郑文刚、王建丽、李光伟、李晶晶、王宗仁

联系电话：010-81128599

电子邮箱：office@nercita.org.cn

糖料蔗脱毒健康种茎标准化生产技术

一、适宜区域

我国糖料蔗主产区。

二、适用作物

糖料蔗。

三、技术要点

（一）建设标准化种茎加工厂

在糖料蔗良种繁育推广基地或周边，按日供种量购置相应生产能力的标准化种茎生产线设备，建设标准化种茎加工厂，种茎加工厂设立种茎预处理区、生产区及成品区。

（二）种茎选择

种茎来源应是糖料蔗良种繁育推广基地经糖料蔗脱毒健康组培苗繁育的第一、二、三代种茎，生长期 6~9 个月，茎节 14~17 节，茎径≥2.2cm，株高≥150cm，蔗种新鲜。

（三）剥叶

在种茎预处理区剥去大部分叶鞘，留顶端 2~3 个芽不剥叶鞘，尾梢不宜过度剥叶，防根点损伤，减少伤口和病原侵染。

（四）晒种

晒种 2~3 天，减少种茎内的水分，有利于浸种包膜时吸收更多的药剂，提高种茎的温度，促进酶的活性和糖的分解，打破休眠期，为萌芽作准备。晒种需注意，种子不能直接放

在水泥地面上，以免被灼伤。

（五）转运

剥叶后的种茎用小型专用转运车运到生产区的种茎加工生产线进行选芽、切种及包衣（膜）处理。

（六）精选蔗芽、切种

通过人工精选健壮蔗芽，把坏芽、死芽、虫芽剔除掉，在种茎生产线上将种茎切成 20~25cm 的双芽段，切口平整，无裂口、离蔗芽＞2cm。

（七）包衣（膜）处理

切好的双芽段经种茎生产线上的传输带输送到包衣（膜）池，用杀菌、防虫、促发芽、生根、分蘖、抗倒伏的药剂进行消毒包衣（膜）处理，浸泡 15~20 秒。

（八）风干

在生产线上经鼓风设备把蔗种的水分风干，以不滴水为宜。

（九）装筐

人工装筐（袋）时，再进行二次选种，剔除坏芽、死芽、虫芽，确保蔗种质量。用标准筐（袋）将选好的蔗种按 400~500 芽/筐（袋）装筐（袋）。

（十）种茎质量抽检

按甘蔗品种和批次随机抽取 3~5 筐（袋），计算总数量，坏芽数量，统计完好率。每筐（袋）随机取 10 段（20 芽）检测发芽率。

（十一）供种

经抽样质量合格的蔗种，贴上溯源二维码及产品合格标志，可直接供应大田生产用种。

（十二）储存

未能及时出厂的蔗种也可放入 16℃左右的冷库保存，按品种、批次整齐堆放，避免混杂、挤压伤芽，存储期 20 天。

四、技术示范推广情况

通过“科研所+良繁基地+种业企业+种植公司（合作社）+基地+糖企”的推广模式，由公司（合作社）投入资金，广西农业科学院甘蔗研究所提供技术支撑，该技术目前已陆续在广西及云南甘蔗主产蔗区建成糖料蔗脱毒健康种茎标准化生产线 101 条（其中广西 100 条，云南 1 条），年生产能力可达 130 万亩以上。近 3 年来广西累计推广糖料蔗脱毒健康标准化种茎种植面积近 150 万亩以上，经济效益达 10 亿元以上。该技术 2023~2025 年 3 次入选广西农业主推技术，2025 年入选农业农村部农业主推技术。

典型应用案例：大力推广标准化甘蔗脱毒健康种茎，促进糖料蔗生产提质增效

武宣县博盛农机合作社是全国农机合作社示范社，2022 年该社与广西农业科学院甘蔗研究所合作，引进糖料蔗脱毒健康种茎标准化生产技术。通过产学研合作，已建设糖料良种繁育一、二、三级基地 3000 亩以上，建成 3 条脱毒健康种茎标准化生产线，2022~2024 年合作社累计推广脱毒健康

种茎3.5万亩。采用脱毒健康种茎种植，每亩用种0.3t，比传统种植每亩用种量1t，节约用种0.7t/亩，亩节约用种成本378元（按每吨原料蔗价格为540元计），合作社通过推广新技术为当地蔗农节约用种成本1323万元；采用脱毒健康种茎种植，可亩增产原料蔗1t以上，增产原料蔗3.5万t，实现增产增收1890万元，有力地促进了当地的糖料蔗生产提质增效。

五、技术依托单位

（一）广西壮族自治区农业科学院甘蔗研究所

联系地址：广西南宁市西乡塘区大学东路172号

邮政编码：530007

联 系 人：王维赞

联系电话：0771-3899058、15877130580

电子邮箱：wwz003411@126.com

（二）广西壮族自治区农业机械化服务中心

联系地址：广西南宁市思贤路59号

邮政编码：530023

联 系 人：周林艳

联系电话：0771-5647556、18978800040

电子邮箱：kejtgb@njfwzx.gxzf.gov.cn

（三）来宾市兴宾区甘蔗技术推广站

联系地址：兴宾区城南新区宾城路1号

邮政编码：546100

联 系 人：覃晓远

联系电话：0772-4216133、13878293088

电子邮箱：2099143926@qq.com

甘蔗全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术

一、适宜区域

丘陵旱坡地蔗区和水浇地蔗区，或其他冬春少雨干旱蔗区。

二、适用作物

糖料甘蔗。

三、技术要点

丘陵旱坡地蔗区全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术的核心增产技术包括选用甘蔗高产高糖抗旱新品种、缓释肥一次性施肥、甘蔗地膜全覆盖等。

（一）整地与种植

1.选用甘蔗优良品种。选用通过国家非主要农作物品种登记且适宜本地生产条件的高产高糖抗旱性强的甘蔗优良品种。

2.整地开沟。对蔗地进行机械化深耕深松和深开沟，耕作时将表土翻下、底土翻上，深耕深松要求在40~50 cm；并沿等高线开挖植蔗沟，要求土块细碎，有条件的地块，应采用机械深开沟，沟深30~35 cm，沟底宽20~25 cm，行距100~130 cm。

3.及时下种。选择冬植或春植，在立冬后至翌年清明前种植。趁新开挖的蔗沟潮湿，及时下种栽培，对于行距100~115 cm的蔗沟，采用两行对空的方式进行下种，亩下种

量约 1 万芽；对于 115~130 cm 的蔗沟，采用三行对空的方式下种，亩下种量约 9000 芽；甘蔗下种后，及时覆土，厚度 8~12 cm。有条件的蔗区，应采用机械化种植，一次性完成开挖蔗沟、施肥施药、下种和覆土工序。

（二）肥水管理

1.施肥施药：肥料可选用甘蔗缓释肥，施足底肥，保证全生育期的甘蔗营养需求。亩施甘蔗缓释肥 60~120 kg，肥料需均匀施于蔗沟。有条件的蔗区应亩增施糖厂生物有机肥 120~200 kg，施肥后及时下种。种植时，如田块有地下害虫和蚜虫、螟虫，可在肥料中拌入农药一同施入。有地下害虫的田块可亩用 8% 毒·辛 颗粒剂 5 kg 与肥料拌均匀施用;有蚜虫、螟虫的田块可亩用 330g/L 氯虫·噻虫嗪悬浮剂 50 mL 或 40%氯虫·噻虫嗪水分散粒剂 40 g 与肥料拌均施用。注意及时对肥料、农药包装进行回收。

2.浇出苗水：地膜覆盖前，根据蔗地土壤墒情进行灌溉，确保甘蔗正常出苗。有条件的蔗地，提倡进行膜下滴灌。

3.全膜覆盖：采用除草（除草降解）地膜，在蔗沟潮湿的时期进行覆盖，地膜要求膜宽 1.5~3.0 m、膜厚 0.010 mm，沿蔗沟垂直起伏方向或平行顺沟方向覆盖蔗沟，利用后面蔗垄上的细土进行压实。地膜与地膜搭口时，要求搭口在 10 cm 左右。在蔗沟正上方的地膜区域，用细土沿蔗沟方向进行覆土，覆土厚度 3~5 cm。

4.中耕追肥：结合植保无人机飞防，进行甘蔗叶面肥追肥 1 次，建议亩施磷酸二氢钾 120 g+尿素 400 g，促进甘蔗产量形成和蔗糖分积累。

（三）病虫鼠害防治

甘蔗生长中后期尤其是 7-9 月易遇高温高湿天气，也是甘蔗螟虫、蓟马、梢腐病、褐条病、锈病、褐斑病等多种病虫害并发为害高峰期，病虫害危害将严重影响甘蔗产量、蔗糖分和宿根性。同时加强甘蔗中后期病虫鼠害预警监测，对发生病虫鼠害的蔗区，根据发生种类，及时进行防治或无人机飞防。

1.甘蔗病害防控。甘蔗梢腐病、褐条病、赤腐病等的防治可选用 72%百菌清悬浮剂+50%多菌灵悬浮剂、30%唑醚·噻呋·甲悬乳剂、25%吡唑醚菌酯等单剂或复配杀菌剂；甘蔗锈病防治可选用 72%百菌清悬浮剂+43%代森锰锌悬浮剂或 72%百菌清悬浮剂+30%苯甲醚菌脂悬浮剂等复配杀菌剂。

2.甘蔗虫害防控。甘蔗螟虫防治可选用 46%杀单·苏云菌可湿性粉剂、26%甲微杀虫双微乳剂、30%氯虫苯甲酰胺悬乳剂或 33% 氯苯·杀虫单等杀虫剂，以上药剂可根据亩用药量单施或复配施用；蓟马和绵蚜防治可选用 70%噻虫嗪可分散粉剂、10%多杀霉素悬浮剂、35%吡虫·异丙威可湿性粉剂或 25%吡虫啉悬浮剂等杀虫剂。中后期甘蔗病虫多存在并发

为害的情况，建议根据蔗区巡查发现的情况，科学复配“杀菌剂+杀虫剂+叶面肥+沉降助剂”，具体的农药使用量参照说明书，采用植保无人机或机动高压喷雾器等进行病虫害统防统治作业，作业应选择上午10时之前、下午4时以后进行。在防治病虫害的同时，添加叶面肥促进甘蔗大拔节生长。

3.蔗地鼠害防治。要加强蔗地鼠害防治，根据蔗地鼠害发生情况，组织蔗区统一配药、投药，使用雷公藤甲素、溴敌隆或氯敌鼠钠盐等，按说明书配置毒饵灭鼠，投放于老鼠走动的路线，减少鼠害对蔗茎的破坏。尤其因台风等导致连片倒伏的蔗地，要注意防治鼠害。

（四）其他管理

1.甘蔗收砍：11月后，根据甘蔗成熟情况，即可收砍甘蔗，入土3~5 cm收砍。有条件的蔗区可采用机械化收获。

2.宿根管理：在盖膜前及时清理蔗园，对过高蔗桩要及时进行铲蔸管理，并进行施肥施药，施肥施药同新植蔗。施肥施药后，同时进行小培土，然后及时进行宿根甘蔗全膜覆盖，地膜要求及覆盖方法同新植蔗。提倡使用甘蔗全生物降解地膜。

（五）注意事项

1.全膜覆盖操作时要采用细土压紧植蔗沟，紧贴土面，蔗芽萌发出土才能直接穿破地膜，对没有穿通地膜的蔗苗要采用人工辅助破膜。对使用聚乙烯地膜的蔗区，进入雨季后，要及时进行揭膜和残膜回收。

2. 在宿根甘蔗上应用该技术，应注意前茬甘蔗采用机械收获的，应进行机械铲蔸管理。

3. 宿根甘蔗采用机械覆膜时，应注意选择宿根第二季及以后的宿根甘蔗进行，覆膜效果更佳。

四、技术示范推广情况

目前，该适用技术已在云南省各主产蔗区进行大面积应用，同时辐射推广到云南周边缅甸、老挝等国家及广西崇左、百色等蔗区。核心技术是甘蔗地膜全覆盖、缓释肥一次性施肥。2011~2015 年，在云南省主产蔗区进行了多点试验示范，取得了较好的试验示范效果。示范该技术的土壤含水量在 0~10 、10~20 、20~30 cm 土层分别较常规技术提高 1.35%、1.47%、1.60%；在 5 、15 、25 cm 土层的土壤温度分别较常规技术提高 0.56、0.70、0.56℃；对狗尾草、牛筋草的防治效果达 100%；节约中耕管理劳动力 1.5 个工以上。

2015~2017 年，在临沧南华糖业有限公司蔗区的 10 个单元糖厂示范区累计随机抽取 6611.25 亩蔗区面积进行实测产和检糖分析，示范区的甘蔗实际增产为 1.059~1.905t/亩，平均增产甘蔗 1.527t/亩；示范区的蔗糖分提高 0.32~0.69 个百分点（绝对值，下同），平均提高蔗糖分 0.48 个百分点。2016 年以来，在云南临沧（图 1）、普洱、保山等 8 州（市）33 个县（市、区）和缅甸（图 2）的果敢自治区、克钦邦、掸邦、密支那蔗区和老挝南塔省蔗区进行大面积推广应用，效果十分显著。2016~2018 年，甘蔗全膜覆盖节水抗旱轻简栽

培技术在云南8个州（市）33个县（市、区）蔗区累计推广应205.22万亩，在缅甸、老挝5个省（区）累计推广应用102.00万亩。

2018年“甘蔗全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术”被遴选为农业农村部主推技术。2023~2025年，该技术云南及周边蔗区年推广应用面积分别为147.34万、192.70万、239.08万亩，分别占年度甘蔗面积的37.29%、45.09%、50.06%，呈逐年增长的趋势。

图1 全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术在耿马蔗区推广应用

图 2 全膜覆盖节水抗旱轻简栽培技术在缅甸蔗区推广应用

五、技术依托单位

云南省农业科学院甘蔗研究所

联 系 人：邓军、赵勇

联系电话：0873-7227007、15187312008

电子邮箱：dj@yaas.org.cn

番茄潜叶蛾绿色防控技术

一、适宜区域

设施和露地茄科作物种植地区。

二、适用作物

番茄、辣椒、枸杞、马铃薯、人参果等。

三、技术要点

“监测预警+农业防治+理化诱控+生物防治+科学安全用药防治”的绿色防控技术模式

（一）监测预警

系统调查和大田普查相结合。系统调查全年监测，5天调查1次，大田普查分别在设施和露地番茄潜叶蛾发生始盛期调查，每15天调查1次，普查3次。

1.监测作物。以番茄为重点，兼顾周边茄子、马铃薯、人参果、枸杞等茄科作物。重点监测番茄潜叶蛾为害的重要指示植物杂草龙葵。

2.监测时间。番茄育苗基地从播种开始至育苗期结束，移栽田从番茄定植开始至拉秧结束。

3.监测方法。露地番茄：每块田布设 3 个三角形粘胶式性诱捕器。苗期，3 个诱捕器呈正三角形布设，间距约 50m，与田边距离大于 5m；成株期，诱捕器放置于方便操作的田埂上，与田边距离约 1m，诱捕器呈直线排列，间距约 50m。设施番茄：每个棚室布设 2 个诱捕器。苗期，棚室靠近入口

处和中后部各 1 个，诱捕器与田边距离大于 1m；成株期，诱捕器放置于近通道的田埂上，距田边约 1m。每 5 天记录 1 次诱蛾量，及时更换粘虫板，每 30 天更换 1 次性诱芯，或根据使用说明及时更换性诱芯。

（二）农业防治

1.清洁育苗。育苗前彻底清除育苗棚内外杂草、残株等，并用15%异丙威烟剂300g/亩烟熏消杀棚室，清除残存害虫。

2.加强田间管理。合理施肥，降低氮肥使用量，增施磷肥和钾肥，提高植株抗病虫能力。

3.清洁田园。及时摘除虫叶、虫果，彻底清除田间枯枝落叶，挖坑深埋、压实。及时清除田间及田埂地边杂草以减少寄主。番茄拉秧后，及时清园和耕翻土壤，清除田间自生番茄苗。

4.轮作倒茬。与非茄科植物轮作。

5.高温闷棚。夏季高温闷棚15天左右，降低虫口基数。

（三）物理防治

1.防虫网阻隔。在育苗棚室及生产棚室的入口处安装双层门帘，通风口安装60目防虫网。

2.色板诱杀。选择番茄潜叶蛾趋性较强的黑、红、蓝色板可提高诱杀效果，使用量为20~30张/亩。

3.性诱诱杀。可选择三角形粘胶式性诱捕器，将诱捕器放置于通风口和番茄行间，5~6个/亩。设施番茄：诱捕器可

直接放在田埂上。露地番茄：诱捕器底部高于地面10~20cm放置。

4.迷向诱杀。番茄定植前，在田间放置迷向丝（每亩50~60根）或迷向袋（每亩6袋），或安装智能喷射型交配干扰释放器（每3~5亩1套），连片使用为宜，设置高度距离地面10~20cm。

5.灯光诱杀。每个设施温室内放置1台杀虫灯；露地种植每5~10亩放置1台，光源高出地面0.5~1.0m。

（四）生物防治

1.微生物杀虫剂。虫害发生初期可使用苏云金杆菌、短稳杆菌、球孢白僵菌、金龟子绿僵菌等微生物杀虫剂防治。

2.捕食性天敌。田间监测到害虫成虫即可释放赤眼蜂、烟盲蝽、黄瓜新小绥螨等捕食性天敌控制虫口密度。

（五）科学安全用药

番茄定植时可用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐等药剂喷雾以预防种苗带虫。定植后可选择施用阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、四唑虫酰胺、鱼藤酮、球孢白僵菌等药剂。注意轮换用药，严格执行药剂使用安全间隔期。

四、技术示范推广情况

自 2021 年监测到番茄潜叶蛾入侵宁夏以来，采取“边普查、边研究、边集成技术、边示范展示、边推广应用”的模式，结合主要蔬菜病虫害农药减施增效示范推广项目、粮食高质高效（农作物病虫害防控）项目、冷凉蔬菜产业项目

等，在宁夏累计示范推广面积 40 万亩次。印发《番茄潜叶蛾形态特征和绿色防控技术》手册挂图 2.7 万册以上。通过培训班、田间学校等线下方式及微信、视频、抖音等新媒体共培训专业化服务组织、种植大户、农户等超过 10 万人次。技术应用地区番茄平均亩产量 8012.38kg，比常规防治平均亩增产 406.38kg; 平均亩产值 34933.98 元，亩增产值 1771.82 元；平均亩成本 410 元，比常规防治减少投入 233.46 元。

典型应用案例 1： 2023 年在宁夏博柿先生农产品贸易有限公司生产基地贺兰县洪广镇、月牙湖乡建立番茄潜叶蛾绿色防控技术研究与集成示范基地 1000 亩，示范推广农业措施+理化诱控+生物防治+科学用药等综合防控措施；开展番茄潜叶蛾发生规律研究、番茄潜叶蛾防治药剂筛选试验、番茄潜叶蛾迷向效果试验、番茄潜叶蛾性诱捕器不同位置不同高度对比试验、不同诱捕器诱捕番茄潜叶蛾试验示范等，示范区防效达到 85%以上，减少化学农药使用次数 3 次。

典型应用案例 2： 2025 年依托自治区重点研发计划引才专项“番茄潜叶蛾智慧测报及综合防控关键技术研究与示范应用”，在银川市便农农资专业合作社和宁夏旭日阳光生态果蔬种植养殖专业合作社番茄种植基地兴庆区掌政镇建立番茄潜叶蛾绿色防控技术应用研究示范区 2 个（1000 亩），施用新技术、新药剂和天敌开展防控试验示范，按照源头控制、分区治理、绿色防控的策略，因地制宜优化集成“监测预警+农业防治+物理防治+生物防治+科学安全用药防治”技

术模式并推广应用。示范区较常规防治区亩节约成本190~240元（用工、用药），减少化学农药使用次数3次。

五、技术依托单位

宁夏回族自治区农业技术推广总站

联 系 人: 刘媛

联系电话: 13037968833、0951-6734270

电子邮箱: nxzb2014@163.com

“日晒高温覆膜法”防治韭蛆技术

一、适宜区域

北方各韭菜种植区域。

二、适用作物

抗寒、耐热、植株健壮、产量高、商品性好的优良品种，如环韭、汉中冬韭等。

三、技术要点

以“日晒高温覆膜法”防治韭蛆不使用农药，通过物理方法杀死土壤中韭蛆的各虫态，以及杂草与蜗牛等，防治效果显著且安全、环保、无农药残留。通常在 5-9 月使用该方法，具体介绍如下。

（一）膜材料

选择厚度为0.10~0.12 mm的透明无滴膜，膜质量应符合GB 4455的要求。

（二）天气条件

天气晴好（太阳光照强度超过55 000 lx），且日最高气温超过25℃。

（三）操作步骤

1.割除韭菜

覆膜前 1 天下午或者当天早上割除韭菜，韭菜茬尽量与地面持平，并清理田园。

2.覆膜压边

根据天气预报，选择晴天上午进行，太阳光照强度超过55 000 lx，且日最高气温超过25℃，用0.10~0.12 mm的浅蓝色无滴膜覆盖在韭菜地表，拉平，四周宽于韭菜田0.5 m，用土压盖严实。

3.测温揭膜

观测5 cm土壤温度,达到42 ℃以上且持续3 h后揭膜。若天气变化，5 cm土壤温度达不到42 ℃以上3 h，可在第2天继续覆盖，直至达到要求再揭膜。

4.浇水补菌

揭膜后2天，待土壤温度正常后浇水缓苗，同时补充有益微生物菌剂如解淀粉芽孢杆菌、多黏类芽孢杆菌等。

四、技术示范推广情况

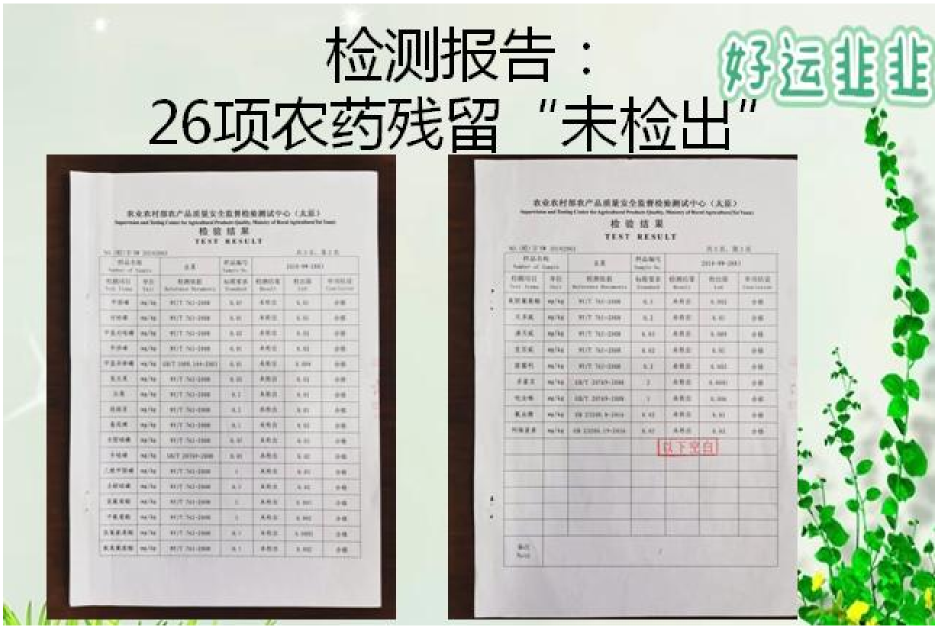
典型应用案例:“日晒高温覆膜法”防治韭蛆技术

主要内容: 2017年7月，运城市盐湖区于全省率先引进中国农业科学院“日晒高温覆膜法”防治韭蛆新技术，进行了示范推广，取得了良好效果。2020年初，韭菜产品经农业农村部农产品质量安全监督检验测试中心（太原）检测，26项产品农药指标均为“未检出”。“日晒高温覆膜法”列为2020年山西省农业农村厅蔬菜产业主推技术，以及2020、2021年运城市农业农村局蔬菜产业主推技术。

应用情况: 多年来，依托刘村庄韭菜科技示范园，在盐湖区累计推广应用“日晒高温覆膜法”防治韭蛆1.5万亩次，节本增效3150万元。中国农业科学院蔬菜花卉研究所、国

家特色蔬菜产业技术体系、山西农业大学等3次在盐湖区举办“盐湖韭菜绿色发展交流会”，首创举办“盐湖韭花节”，带动盐湖韭菜产业高质量发展。

取得成效：2020年初，采取“日晒高温覆膜法”防治韭蛆新技术后生产的“42°光照韭菜”产品由农业农村部农产品质量安全监督检验测试中心（太原）进行检测，26项产品农药指标全部为“未检出”。



盐湖区振湖韭菜种植专业合作社生产的“42°光照韭菜”远销京津冀等地，价格超出普通韭菜的2倍，直播带货时“韭菜大叔”一句“我的韭菜没农药”火遍运城，让想吃韭菜却害怕农药残留的消费者倍感安心。2024年7月1日，“盐湖韭菜”以省级非物质文化遗产《河东说唱道情》为载体，在CCTV-17《乡村大舞台》节目中得到宣传。

五、技术依托单位

中国农业科学院蔬菜花卉研究所、山西省运城市盐湖区果蔬发展中心、山西省运城市盐湖区振湖韭菜种植专业合作社

联 系 人：山西省运城市盐湖区果蔬发展中心　许周

联系电话：13935910098

电子邮箱：770436369@qq.com

喷、摇、吸“三位一体”
豇豆主要害虫防治技术

一、适宜区域

全国豇豆种植区。

二、适用作物

豇豆（涵盖菜用豇豆各主流品种，如长豇豆、短豇豆等）。

三、技术要点

本技术以“提质增产、绿色防控”为核心理念，系统整合豇豆全生育期种植管理措施与喷、摇、吸“三位一体”豇豆主要害虫防治技术，构建整地播种、田间管理、病虫草害防控、减损收获等全程标准化操作体系，重点解决传统种植模式存在的农药残留超标、病虫害防控效果不佳以及农田生态系统失衡等问题。

（一）整地与播种

1.品种选择

选用通过国家或省级审定、适宜当地气候条件的高产优质豇豆品种。种子质量应符合GB 4404.2《粮食作物种子 第2部分：豆类》的相关规定，纯度≥96%，净度≥98%，发芽率≥85%。

2.包衣拌种

针对豇豆苗期常见的根腐病、地老虎等地下病虫害，应采用符合 GB/T 8321《农药合理使用准则》要求的种衣剂（如

咯菌腈·噻虫嗪悬浮种衣剂）进行种子包衣处理；在病虫害高发区，可结合使用杀虫剂与杀菌剂进行复配拌种，实现“一拌多防”。播种前可将种子晾晒 1~2 天（避开正午高温时段），以提升种子活力。

3.土壤处理

前期土壤处理优先采用水旱轮作模式，以水稻或水生蔬菜等作物与豇豆轮换种植，可改善土壤理化性状，降低因连作障碍导致的病虫种群基数。对于连作田块或病虫害高发区，应在豇豆播种前 1 个月实施专项土壤消杀措施，每亩均匀撒施生石灰 50~80 kg（视土壤 pH 调整，酸性较强区域可适当增加生石灰用量），进行一次深耕作业（耕深 ≥30 cm）以打破犁底层，并配合机械整平。随后立即覆盖流滴膜密闭土壤 20~30 天，利用膜内高温环境与石灰的碱性协同作用，高效杀灭土壤中的根腐病、枯萎病病原菌以及地老虎、蛴螬等地下害虫，为豇豆生长创造健康的土壤环境。产地土壤环境应符合 GB 15618《土壤环境质量标准》的要求；农田大气、水质、土壤等环境条件应符合 NY/T 391《绿色食品 产地环境技术条件》的规定。

4.施肥起垄，铺设栽花网

底肥施用应符合 NY /T 394《绿色食品 肥料使用准则》的规定。每亩均匀撒施腐熟有机肥或微生物菌肥 1000~2000 kg，配施平衡复合肥 20~25 kg。或根据当地土壤肥力状况，合理调整基肥施用量，以腐熟的有机肥为基础，辅以复合肥

精准补充，实现养分均衡供应与可持续种植。

整地后沿线开沟作畦，实行直立单垄搭架栽培模式。上垄面宽 0.4~0.6 m，行距（含沟）1.2~1.4 m，畦高 25~30 cm，畦面土壤应细碎平整，呈龟背状隆起，然后铺设载花网。

5.播种

春播豇豆应在地表温度稳定达到 15℃以上时播种（华南地区 2-3 月、华东地区 3-4 月）；夏播豇豆可在 5-6 月小麦或油菜收获后抢时播种；冬季豇豆于 10-11 月播种，适用于海南、云南等适种地区，避免高温干旱影响出苗。

采用穴播方式，每穴播种 3~4 粒，株距控制在 20~25 cm，每亩保苗 4500~6000 株；大棚栽培可适当降低密度，建议每亩保苗 4000 株左右。播种深度为 2~3 cm，播后及时覆盖细土。

6.搭架引蔓

（1）露天种植：搭架采用打洞插杆方式，主杆长度不低于 2.5 m，插入深度不低于 50 cm，间距 4~6 m；辅助细杆长度 2 m，间距 1.0~1.5 m，用于支撑爬藤网，确保有效种植高度达到 1.8~2.0 m。

（2）大棚种植：采用拉网式搭架方式，充分利用大棚结构优势，高效架设爬藤网。支撑细杆长度约 2.0 m，间距 1.0~1.5 m，确保爬藤网有效种植高度不超过 2.0 m。

（二）田间管理

1.查苗、补苗、定苗

幼苗第 1 对真叶展开时开始查苗补缺，拔除枯死苗、病弱苗，补栽健壮新苗。在 1 叶 1 心至 2 叶 1 心期进行定苗，每穴保留 2~3 株健康幼苗。

2.水分管理

（1）播种后：及时浇透水以促进种子发芽，待苗基本出齐后再浇定根水。

（2）苗期：豇豆耐旱性较强，当土壤相对含水量低于 60%时可酌情浇水。

（3）爬蔓期至初花期：该时期需水量逐渐增加，应保持土壤相对含水量在 70%~75%,避免因干旱影响抽蔓与开花进程。

（4）结荚盛期：该时期为水分需求临界期，建议每 7~10 天浇水 1 次，严禁大水漫灌。视土壤墒情合理浇水，做到小水勤浇、见干见湿。雨天须及时排水，杜绝田间积水。

3.施肥管理

（1）苗期：主要依靠基肥或底肥，一般不再额外补充肥料，以蹲苗促进根系发育。

（2）爬蔓期：视苗情而定，可适当补充高磷钾复合肥或氮磷钾（15-15-15）复合肥，亩施 10~15 kg，以促进花芽分化和茎蔓健壮。

（3）初花期至结荚盛期：每 10~15 天追施 1 次高钾（10-5-20）复合肥，每次亩施 15~20 kg，避免偏施氮肥，以防引起落花落荚。

（4）叶面肥：结荚期可喷施 0.3%磷酸二氢钾+0.2%硼砂的混合液，每 7~10 天喷 1 次，共施用 2~3 次，以提升豆荚品质与产量。

（5）施肥方法：将肥料溶于水中，结合滴灌系统施用，注意除去沉淀物和杂质，防止滴孔堵塞。施用高浓度肥液应控制流量，防止其对作物根系造成伤害。施肥结束后需继续滴灌 3~6 min，以冲洗管道内残留肥液，确保系统清洁。

4.控旺生长

从苗期至初花期，视藤蔓生长情况喷施适量的植物生长调节剂如丙环唑、甲哌鎓、调环酸钙、磷酸二氢钾等，以抑制藤蔓徒长，促进花芽分化和荚果发育。

5.整枝打杈

适时整枝以调节豇豆生长与结荚的关系，减少养分无效消耗，改善通风透光条件，降低病害发生风险。主蔓第一花序以下的侧芽长至3 cm左右应及时抹去；开花结荚期将主蔓第一花序以上各节位的侧枝留2~3叶后摘心；主蔓高度达到2m及时摘心封顶; 在豇豆生长盛期应分次剪除下部老叶与杂乱枝叶，确保通风透光。

（三）病虫草害防治

以喷、摇、吸“三位一体”防治豇豆主要害虫新技术为核心，集成配套综合防控措施，农药的使用应符合 GB/T 8321《农药合理使用准则》及 NY/T1276《农药安全使用规范总则》的相关要求。

1.核心防控技术：喷、摇、吸“三位一体”（内外兼杀）

（1）精准施药（“喷”）——外杀显性害虫

核心原则：坚持预防为主，加强田间管理。应先明确病虫害种类，再针对性选用药剂。苗期以生物农药与化学药剂协同为主，有效降低虫口基数；花期和采摘期优先采取绿色防控技术，包括喷、摇、吸“三位一体”防治豇豆主要害虫新技术、使用生物农药、采取物理防治及天敌控害等措施。

苗期至初花期：依据蓟马种群数量（当虫量≥3头/株时），采用生物防治与化学防控相结合的策略，例如选用生物农药（乙基多杀菌素、多杀菌素、短稳杆菌、苦参碱、印楝素等）、化学药剂（新型药剂如环丙氟虫胺等）和物理生物联合剂（硅藻土+印楝素等），精准喷施1~2次，以压低虫口基数。重点喷施叶片背面、生长点以及植株中上部的花苞与叶片，杀灭暴露在外的蓟马、豆荚螟成虫，实现“外杀”防控目标。

（2）加速落花（“摇”）——内驱隐藏害虫

操作时间：宜选择清晨4:30-7:00进行，此时蓟马尚未“睡醒”，处于不活跃期；若外界温度低于20℃，可适当推迟至8:00-9:00，气温上升后便于使其加速脱花。

操作方法：通过人工摇动豇豆藤蔓或用吹风机沿种植行定向吹风，加速前一日开放或受害的花朵脱落，从而将包裹在花内的隐藏性蓟马或豇豆荚螟等“驱离”植株。

（3）吸花灭虫（“吸”）——内杀残留害虫

配套设备：用电动吸花机（功率≥1200W）收集载花网上脱落的花朵并同步粉碎，彻底消灭花内潜伏的蓟马等害虫，达到“内杀”清零效果。

操作频率：根据蓟马种群密度灵活调整，虫量高时每 1~2 天作业一次，虫量低时每 4~5 天作业一次。花期全程坚持“摇-吸”联动，可有效阻断害虫繁殖与传播的途径。

2. 其他病虫害防治

常见害虫主要包括蓟马、斑潜蝇、豆荚螟、烟粉虱、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾、豆蚜、叶螨。常见病害主要包括枯萎病、根腐病、锈病、叶斑病、灰霉病、白粉病、炭疽病、轮纹病、病毒病、根结线虫、疫病。应坚持“预防为主，综合防治”的植保方针，综合运用农业、物理、生态、生物等防治措施，创造不利于病虫害发生和有利于作物生长的环境条件，保持农业生态系统的平衡和生物多样性。

对于杂草的防控，虽然铺设载花网具有一定的效果，且载花网密度越高控草效果越好，但仍建议播种后喷施精异丙甲草胺封闭土壤，抑制杂草萌发，然后每 10 天再喷施 1 次适宜除草剂，抑制杂草生长。喷药时严防药液接触豇豆叶片和豆荚。或者在铺设载花网的同时铺设 1 张防草布，待豇豆开花期揭开防草布，也可有效抑制后期杂草生长。

（四）减损收获

1.收获时期：通常在花后 10~12 天，豇豆嫩荚充分膨大、色泽翠绿、种子未明显凸起时采收，避免豆荚老化影响品质。

2.收获方式：用手掐断豆荚基部并保留 1 cm 左右的果柄，操作应轻柔，防止拉扯藤蔓造成落花落荚；采收频率一般为每 1~2 天 1 次，盛产期宜每天采收 1 次。

3.采后处理：采收后应及时分级挑选，剔除畸形荚、病斑荚，置于阴凉处预冷（温度控制在 10~15℃），避免阳光暴晒和机械挤压，以降低损耗率，延长保鲜期和货架期。

（五）其他注意事项

1.采用方形竖线爬藤网，有利于引蔓上架减少人工，促进藤蔓均匀分布，提升通风透光性。

2.提前清理田间排水沟，雨后及时扶正倒伏植株，并喷施氨基酸水溶肥与28-表高芸苔素内酯，促进植株恢复长势。

3.持续出现35℃以上高温天气时，可在清晨或傍晚浇水降温，或搭建遮光率为30%的遮阳网，以减轻高温胁迫，防止花荚脱落。

四、技术示范推广情况

典型应用案例：喷、摇、吸“三位一体”豇豆主要害虫防治技术种植示范

主要内容：集成整地播种、田间管理、病虫草害防控和减损收获等全程标准化操作体系。其中，苗期至爬蔓期实施精准施药，压低虫口基数；花期在清晨摇花结合吸花机作业，高效灭杀害虫；配套实施搭架引蔓、整枝调控、施肥管理等措施。

应用规模：2024-2025 年在三亚市崖州区示范种植约 30

亩，覆盖露地豇豆的主栽品种。

生态与经济效益:全生育期化学农药用量减少 60%~70%，对蓟马的防效达 85.69%,对豆荚螟(青虫)的防效达 71.47%，豆荚黑尾症状减少 98.25%，农药残留检测合格率 100%；平均亩产超 3500kg，较传统种植模式增产 20%~35%。

社会效益：2025 年该技术已在云南西双版纳、德宏，广西合浦，广东湛江，海南澄迈等地示范应用，并被三亚市农业农村局列入 2025 年三亚市农业主推技术，在全市范围内推广应用。

未来规划：团队将不断优化豇豆全生育期种植与管理体系，加大“吹吸防虫人工智能一体机”的研发力度，提高豇豆高效绿色生产效率，并在全国扩大示范推广面积。

五、技术依托单位

中国农业科学院蔬菜花卉研究所、湖北文理学院、三亚热带农业科学研究院、三亚中国农业科学院国家南繁研究院、全国农业技术推广服务中心

联 系 人：谢文

联系电话：13426292325

电子邮箱：xiewen@caas.cn

食用菌菌包集约化生产关键技术

一、适宜区域

山东及全国香菇、黑木耳、长根菇主产区。

二、适用作物

香菇、黑木耳、长根菇等食用菌品种。

三、技术要点

（一）液体菌种繁育技术

1.优良品种引进。引进筛选优质、高产、抗逆性强、商品性能好、来源明确的的优质高产品种。

2.母种制备。按照食用菌菌种生产技术规程的要求，严格进行母种生产，且符合相关质量标准要求。

3.摇瓶液体菌种生产。科学确定培养基配方-灭菌-接种培养。

（1)摇瓶菌种培养基及配方。以配制 1000mL 培养基计，马铃薯 200g（煮汁），葡萄糖 20g，蛋白胨 2g，酵母粉 2g，磷酸二氢钾 1g，硫酸镁 0.5g，pH 自然。

（2）灭菌。将分装好的摇瓶放入灭菌锅内，锅内留有一定的空隙。检查锅内水位，立即灭菌。灭菌蒸汽压力升至 0.11~0.13MPa，恒压维持 20~30 分钟。

（3）接种及培养。待培养基冷却至室温，在无菌条件下，用接种针挑取 5~6 块（3~5）mm×（3~5）mm 的母种块迅速转接于摇瓶培养基内，封口。然后 23~25 ℃条件下，

静置培养 24 小时，再置于摇床上震荡培养，在转速 140 ~160 r/min 条件下，香菇培养 10 ~12 天，黑木耳、长根菇培养 6~7d。

4.发酵罐液体菌种生产。按照以下工艺流程进行生产，发酵罐空消—发酵罐液体菌种培养基配制—上罐、定容—发酵罐实消—冷却—接种—发酵培养。

（1）发酵罐空消。发酵罐初次使用、出现杂菌、长期放置、更换品种等情况出现其一时，应空消。蒸气压力 0.14 MPa、温度 126 ℃，维持 40 分钟。

（2）培养基配方。香菇：玉米粉 20g/L，葡萄糖 20g/L，酵母膏 5g/L，牛肉膏 4g/L，磷酸二氢钾 2g/L，硫酸镁 1g/L，维生素 $B_1$5mg/L，消泡剂 0.3g/L，pH6.0~6.5；黑木耳：可溶性淀粉 30g/L，葡萄糖 20g/L，酵母膏 2g/L，磷酸二氢钾 2g/L，硫酸镁 1g/L，消泡剂 0.3/Lg，pH 自然；长根菇：玉米粉 30 g/L、蛋白胨 4 g/L、磷酸二氢钾 1 g/L、硫酸镁 0.3 g/L、氯化钠 0.1 g/L、维生素 $B_1$0.02 g/L、消泡剂 0.035%，pH6.5。

（3）上罐、定容。用水把原料搅拌均匀，加入罐内，装液量为罐体容量的 70%~80 %，通入空气搅拌 1~2 分钟，混合均匀，拧紧上料口盖。

（4）发酵罐实消。在 0.11~0.12 MPa 压力条件下，维持 50 ~60 分钟。

（5）冷却。灭菌结束，待压力接近 0.02~0.04 MPa 时向罐内通入无菌空气，调整排气阀，维持罐压 0.04~0.05 MPa，

培养液温度降至 25 ℃以下时，关闭夹套进水阀。

（6）接种。将摇瓶接种管和发酵罐接种口用 75 %酒精消毒，轻微打开呼吸器阀门，使发酵罐罐内压力为 0.01 MPa。点燃火焰圈，将摇瓶菌种注入发酵罐。接种量为 0.5%~1.0 %。

（7）发酵培养。根据菌丝生长情况，适时调节进气阀门，通入适量无菌空气，通气量一般为 1:（0.8~1），同时调节排气阀，维持罐压 0.02~0.05 MPa，培养温度控制在 23 ~25 ℃，香菇培养 9~10 天，黑木耳、长根菇培养 5~6 天。

（二）菌包集约化生产关键技术

1.原料选择。一般选用阔叶树木屑，木屑含水量不超过 45%，大小以 0.5~1.5cm 为宜。

2.配方优化。香菇推荐: 配方 1，栎木屑 78%，麦麸 20%，石膏 2%，含水量 50%~58%，pH6~7; 配方 2，栎木屑 39%，苹果木屑 39%，麦麸 20%，石膏 2%，含水量 50%~58%，pH6~7。黑木耳推荐: 配方 1: 木屑 81.5%、麸皮 15%、豆粉 2%、石膏 1%、石灰 0.5%; 配方 2: 木屑 81.5%、麸皮 12%、豆粉 2%、玉米粉 3%、石膏 1%、石灰 0.5%，长根菇推荐: 配方 1: 棉籽壳 40%、玉米芯 20%、阔叶树木屑 17%、麦麸 15%、玉米粉 4%、石灰 1%; 配方 2: 棉籽壳 40%、阔叶树木屑 27%、麦麸 17%、玉米芯 8%、豆柏 3%、玉米粉 3%、石灰 1%、轻质碳酸钙 1%。

3.栽培基质制备。按计划生产数量和配方中各原料的比例准确称取重量，搅拌机搅拌均匀，香菇含水量50%~58%，黑木耳含水量58%~60%，长根菇含水量63%~67%。

4.装袋。一般采用装袋机装袋，扎口后在距料棒底部1/4处扎一小孔，贴上通气胶带。黑木耳可采用全自动黑木耳装袋-窝口一体机装袋。

5.灭菌。及时灭菌，一般采用高压蒸汽灭菌。灭菌温度上升至112~118℃时，香菇菌棒保持330分钟以上。黑木耳、长根菇菌包保持120~150分钟。

6.冷却。灭菌后的料棒移入18~20℃、净化等级为十万级的冷却室，冷却至28℃以下。

7.接种。接种室应为万级净化等级，每天按时进行臭氧消毒。采用接种机接种，接种后使用透明胶带或外套袋封住接种孔。接种量一般15~20mL。

8.菌包（菌棒）培养。香菇采用环控高密度菌棒培养技术，培养条件温度一般控制在21~23℃，菌棒中心温度不超过26℃，CO_2浓度控制在0.35%以内。黑木耳接种后1~10天，培养室温度控制在26~28℃，10~20天，培养室温度控制在22~25℃，20天后，培养室温度控制在20~23℃。长根菇培养温度控制在22~25℃，空气相对湿度控制在65%~70%，一般经过35~45天菌丝可长满菌袋，在20~23℃条件下再继续培养25~30天，使菌丝达到生理成熟。

9.菌包成熟判定。从菌龄、手感、pH、外观和气味等指

标进行判定。香菇菌棒成熟度指标可参考表 1 的要求，黑木耳菌包成熟度指标可参考表 2 的要求，长根菇菌包成熟度指标克参考表 3 的要求。

表1 香菇菌棒成熟度要求

指标	要求
菌龄	不同生产菌株应达到其品种说明书中要求的菌龄
手感	菌棒弹性强，质地由软变硬
pH	降至 3.5~4.0
外观	红棕色、深褐色
气味	具有香菇菌丝特有的香味，无腐烂味，无异味

表2 黑木耳菌包成熟度标准

指标	成熟度标准
菌龄	不同类型菌株有不同菌龄
pH	5.5~6.5
色泽	菌丝洁白粗壮；培养基里的木屑变成黄白色，无硬感，软绵；菌袋脱壁
气味	具有黑木耳菌丝特有的香味，无腐烂味，无异味

表3 长根菇菌包成熟度标准

指标	成熟度标准
菌龄	不同类型菌株有不同菌龄
pH	5.5~6.5
色泽	菌丝洁白粗壮；菌袋表面局部出现褐色菌被和密集的白色菌丝束
气味	具有长根菇菌丝特有的香味，无腐烂味，无异味

四、技术示范推广情况

该技术通过创新集成关键技术、建立试验示范基地，举办培训班等形式，在山东省淄博、青岛、济宁、临沂等地以及河北、辽宁、贵州等省进行示范推广，累计推广规模折合菌袋 20.1 亿袋，获经济效益 25.7 亿元，出口 6000 万棒香菇菌棒，创汇超过 5500 万美元，提升了优质菌种生产效率，促进了产业提质增效，持续为各地脱贫和乡村振兴发挥重要作用，经济和社会效益显著。

五、技术依托单位

（一）山东省农业技术推广中心

联系地址：济南市解放路 15 号

邮政编码：250100

联 系 人：赵淑芳、高霞、张燕

联系电话：0531-81608012

电子信箱：sfzhao@163.com

（二）济宁市农业技术推广中心

联系地址：济宁市任城区洸河路 16 号

邮政编码：272000

联 系 人：崔艳秋

联系电话：0537-2220591

电子信箱：cuiyanqiu@163.com

（三）山东省农业科学院

联系地址：济南市工业北路 23788 号

邮政编码：250100
联 系 人：韩建东
联系电话：0531-66659236
电子信箱：hanjiandong16@163.com

工厂化食用菌基质生态循环利用技术

一、适宜区域

适宜全国范围有工厂化食用菌生产的地区。

二、适用作物

食用菌。

三、技术要点

食用菌菌渣资源循环利用模式的核心技术主要包括设施化再出菇、基质二次利用、有机肥制作、动物饲料制作等技术，以及与之配套的适宜品种筛选、木腐菌专业化分工生产、病虫害绿色综合防控与产品质量管控等保障技术。

（一）核心技术

1.设施化再出菇技术

针对工厂化条件下以袋栽形式生产杏鲍菇、鹿茸菇、海鲜菇、灰树花、秀珍菇等品种，在集中生产 1 潮之后，将培养袋转移至拱形大棚、温室、简易棚等设施中，根据品种特性和自然环境，进行设施化栽培，在适宜季节采用层架式、网格式栽培方式，在温度偏高或偏低时采用覆土地栽方式。培养袋转移至设施化模式后经过 10 天左右的菌丝恢复生长后，即可喷施出菇水，进行催菇，设施化栽培时无需搔菌环节，待原基形成后通过加湿和通风调节温、湿度和 CO_2 浓度，子实体长至八成熟时即可采收。同一品种子实体在工厂化和设施化两种条件下的外形、品质、产量等均有差异，一般仍

可出菇 2~4 潮，方可将培养料中营养转化为子实体。

2.基质二次利用技术

利用工厂化栽培金针菇、杏鲍菇、海鲜菇等品种采收剩余的基质脱袋或挖瓶后粉碎晒干至含水量低于 13%可用于二次栽培平菇、姬菇、猴头菇、滑菇等木腐类食用菌和双孢菇、草菇、大球盖菇等草腐类食用菌。栽培木腐类食用菌时，按照不同品种对营养成分的需求，将晒干的基质按照一定比例与木屑、玉米芯、麸皮等原料加水充分混合后含水量至 65%左右，按照常规操作进行装袋、灭菌、冷却、接种、发菌、出菇等环节，完成生产流程。栽培草腐类食用菌时，以现有草腐菌类食用菌培养料发酵技术为基础，隧道发酵时加入 10%左右截成小段的麦草或稻草秸秆，发酵参数应进行调整，通风量增加，发酵时间延长，培养料发酵彻底后方可上架播种、发菌、覆土、出菇。

3.有机肥制作技术

经过设施化再出菇或基质二次利用的菌渣经过粉碎、去杂、预湿、拌混、堆闷等环节后调整水分、粒度、C/N 比、pH 等理化参数，采用条垛式、圆堆式、机械强化槽式和密闭仓式堆肥等技术进行好氧堆肥处理，在发酵过程中可通过机械翻堆、搅动、通风等方式保证氧气需求。发酵分为一级和二级发酵两个阶段，一级发酵是高温阶段，保证堆体内温度一般在 50~60℃（保持 7~10 天），适宜的含水量控制在 50%~60%，发酵周期 35~40 天；二级发酵是降温阶段，堆

体内温度控制在50℃以下，含水量控制在35%~45%，发酵周期15~20 天。当含水量降到25%~35%、堆体温度不再上升、料呈黑褐色或黑色、无异味时发酵结束。随后添加辅料，粉碎、过筛、装袋后即为适用于花卉、苗木、蔬菜、果树等各种植物栽培的有机肥料。

4.动物饲料制作技术

选择无霉变、无腐败、无杂质、无农药残留的工厂化食用菌栽培后的菌渣，经粉碎、晾晒后可直接或发酵后作为粗饲料中的配料饲喂反刍动物、畜禽、经济昆虫等动物。直接利用的菌渣，按照动物营养需求按一定比例与麸皮、秸秆糠粉等进行混配后直接饲喂；短期发酵的菌渣，将菌渣、辅料和酵母粉、酒曲等发酵剂混匀后，密闭发酵3天左右即可使用；长期发酵的菌渣，加入少量发酵促进剂乳酸菌接种剂、纤维素酶制剂和碳水化合物等、发酵抑制剂甲酸、甲醛等、营养添加剂糖等添加剂，将含水量控制在60%~70%，压实、密封即可，冬季60~90 天，夏季30 天左右。发酵后的菌渣饲料既可作为饲料添加剂，也可作为饲料辅料用于搭配各种配合饲料，还可替代部分麦麸、鱼粉、豆粕等精料以及苜蓿等草料。

（二）配套技术

1.适宜品种筛选技术

通过评价平菇、姬菇、猴头、大球盖菇、草菇、双孢菇等食用菌菌丝生长速度、抗杂性、生物学转化率、子实体品

质等指标，结合各地气候环境，筛选适宜利用工厂化食用菌菌渣的新菌株，降成本而不降效益；以纤维素降解速度、木质素降解速度、营养成分含量等评价指标，配套适宜的设备设施和发酵参数，筛选肥料化或饲料化发酵菌渣的添加剂和微生物菌剂，使菌渣发酵成为肥力和营养俱佳的有机肥和动物饲料。

2.木腐菌专业化分工生产技术

采用机械化、工厂化的操作模式集中生产菌袋，采用高压灭菌和净化接种室缩短操作时间，降低菌袋污染率；发菌室采用温度、湿度、通风、光线可调节的智能发菌室，根据不同品种发菌期要求进行调节，恒温恒湿，定时通风，保证菌丝的快速生长，设置新风系统；发菌结束后的菌袋转移至出菇大棚中开袋出菇，出菇大棚中设置喷水设施、降温、通风设施、遮阳设施。

3.病虫害绿色综合防控技术

在出菇期，设计病虫防控专用大棚，及时调节温湿度及通风量，减少病原菌萌发和虫螨繁殖；通风口覆盖防虫网防止害虫进入大棚；悬挂粘虫板、诱虫灯，既可作为测报手段，又可诱杀成虫；入口处设置缓冲间；多品种轮作，防止病虫迭代繁殖危害；初期使用微生物源、植物源等生物制剂对病虫害进行预防；根据大棚内病虫发生数量选择适宜安全药剂进行防治，不同作用机理药剂轮换使用；一个出菇周期结束后及时清理大棚，做好清洁。

4.产品质量管控技术

实行分批次检测制度，对各级利用前的菌渣进行病虫源数量、农药和重金属残留等安全检测及氮、磷、钾、粗蛋白、灰分、微量元素等营养检测，各项指标合格方可使用；对利用菌渣后生产的食用菌、植物、动物等实施农产品合格检测，产品安全发放合格证；记录从工厂化食用菌栽培到利用其菌渣完成设施化再出菇、基质二次出菇、有机肥制作、饲料制作等环节后形成的农产品过程中全部的生产情况和检测情况，形成可追溯体系供消费者放心购买时查阅。

四、技术示范推广情况

技术成果以江苏省为核心，江浙鲁示范、辐射全国。2021~2024 年，在连云港、宿迁、镇江、泰州等江苏省食用菌主产市和浙江、陕西、山东、贵州等 15 个省的食用菌主产区大面积应用，累计推广应用达 3 亿袋食用菌菌袋，有机肥使用面积达 200 万亩，提高了食用菌基质使用率和应用水平，推动了食用菌产业向菌物、植物、动物“三物融合”的可持续发展。

以江苏省灌南县食用菌产业为例，灌南县以食用菌产业作为地方的主导产业之一，拥有裕灌、香如、丽莎、丰收、永强等在产食用菌工厂化生产企业 23 家，主要品种有杏鲍菇、双孢菇、白玉菇、鹿茸菇、秀珍菇、平菇和草菇等。全县鲜菇年产量近 45 万 t，菌渣年产量约 50 万 t。针对菌渣资源化利用问题，各企业根据栽培品种、模式等开展了多种形

式的技术成果应用。秀珍菇在同一家企业实现了工厂化出菇一潮后继续设施化再出菇，在提高产量的同时充分利用培养料中的营养；灌南县的杏鲍菇菌渣二次利用作为草菇、双孢菇、大球盖菇等草腐类食用菌的培养料，深受江苏省内和周边省份栽培基地的欢迎；灌南县当地的有机肥加工企业 80%以上的原料来源于当地的食用菌企业，生产技术成熟，每天满负荷消化菌渣能力约 800t 左右，县里结合当地的另一个主导产业葡萄产业，推广的葡萄限根栽培技术中菌渣作为最主要的肥料，全县的推广利用率在 96%以上；在专业化分工生产方面，丽之缘是专业的菌包生产企业，日产菌包达 40 万袋，产品畅销于省内外食用菌企业和欧美、加拿大、南非、东南亚等国家和地区；灌南县作为国家食用菌产业技术体系虫害防控岗位的技术推广基地，病虫害绿色防控技术的应用率达到 95%以上，产品合格率 100%。

五、技术依托单位

（一）江苏省农业科学院

联 系 人：马林

联系电话：13851436190

电子邮箱：20090029@jaas.ac.cn

（二）江苏省农业技术推广总站

联 系 人：曾晓萍

联系电话：15850565048

电子邮箱：176581875@qq.com

（三）灌南县农业农村局

联 系 人：赵书光

联系电话：15861211993

电子邮箱：gnxscb@163.com

十字花科蔬菜全程绿色防控技术

一、适宜区域

上海市郊区蔬菜标准园、绿叶菜核心基地等种植十字花科蔬菜的基地。

二、适用作物

十字花科蔬菜。

三、技术要点

坚持“预防为主，综合防治”的植保方针，针对十字花科蔬菜病虫害提供相匹配的防控手段，抓住病虫害防控关键时期、关键环节、关键措施，实施精准防控，大力推进以生态调控、理化诱控、生物防控和科学使用化学农药为主要内容的绿色防控技术，有效提升蔬菜重大病虫害防控能力，提高生产效益，推动十字花科蔬菜产业高质量发展。

在准确测报的基础上，首先明确防控对象，虫害一般掌握在田间虫口基数较低且在卵孵化盛期或幼虫初龄期，病害一般掌握在发病之前或发病初期，选择适当的防控手段，实施相应措施。

（一）生态调控

生态调控通过调整和改善作物的生长环境以增强作物对病、虫、草害的抵抗力，创造不利于病原物、害虫和杂草生长发育或传播的条件，以控制、避免或减轻病、虫、草的危害。

1.选择抗病虫品种

选择当地主要抗病虫品种，通过“基质消毒、设施清洁、环境调控”三大关键环节，培育无病、健壮的种苗。育苗棚室在播种前需密闭消毒，育苗期间保持适宜温湿度，避免高湿环境引发病害；同时保证充足光照，促进种苗叶片厚实、茎秆粗壮。从源头降低发病风险。

2.优化作物布局

作物布局是一个生产单位（如农场）种植作物的种类、面积与田块配置。避免与甘蓝、萝卜等十字花科蔬菜连作，选择与大豆、豌豆等豆科作物，番茄、茄子等茄科蔬菜或黄瓜、南瓜等葫芦科作物轮茬种植。

3.耕翻整地

耕翻整地和改变土壤环境，可使生活在土壤中和以土壤、作物根茬为越冬场所的有害生物经日晒、干燥、冷冻、深埋或被天敌捕食等而被治除。冬耕、春耕或结合灌水通常是有效的防治措施，对生活史短、发生代数少、寄主专一、越冬场所集中的病虫效果尤为显著，中耕则可防除田间杂草。

4.开展高温闷棚

高温闷棚一般选择在气温较高的作物休耕期进行。前茬作物收获后，将植株残体和杂草清出田外集中处理，然后将作物秸秆等有机物料均匀地铺撒在棚室内土壤表面，在土壤表面均匀撒施土壤消毒剂后机械旋耕，整地做平畦四周起垄，对棚室内土壤灌水至齐垄。用塑料薄膜进行地面全覆盖，然

后密闭大棚，晴热天气累计保持 10~15 天，期间若缺水则及时补水，保持土壤始终处于淹水状态。闷棚结束之后通风晾晒 3~5 天即可进行正常的蔬菜生产。

5.加强田间管理

（1）水分调节

灌溉可使害虫在缺氧状况下窒息死亡，但浇水过多易影响土壤通透性，引起作物根部缺氧，造成“沤根”。大水漫灌更易造成田间湿度上升，利于病害发生。在农事操作时应合理控制好温、湿度，避免浇大水或大水漫灌，最好采用滴灌、微喷等节水灌溉措施。

（2）合理施肥

水肥管理不当是诱发病害的主要原因之一，合理施用氮、磷、钾肥能提升植株抗病虫能力，减轻病虫为害程度。生产中提倡使用腐熟的有机肥，推广中、高浓度的配方肥和专用复合肥，优化氮、磷、钾的比例，为作物健壮生长创造良好的营养条件。

（3）通风透光

根据品种特性和栽培季节确定株行距，通风透光差的地块易发生霜霉病、菌核病等病害。如条件允许要及时通风，降低棚内湿度，增加作物光合作用。对于一些排水不良的低洼地，应特别注重通风和排水，以降低田间湿度。

（4）清洁田园

在蔬菜生长期要定期摘除病叶、病枝、病果等，并带至

田外处理。蔬菜收获后也应及时清洁田园，清除蔬菜残体、地膜及其他杂物。

（二）理化诱控

理化诱控包括昆虫信息素（性引诱剂、聚集素等）、杀虫灯、诱虫板（黄板、蓝板）、防虫网和防草地布等的应用，是现阶段蔬菜生产中运用最多、最主要的绿色防控技术。

1.杀虫灯使用技术

杀虫灯利用害虫的趋光、趋波等特性，将光的波长、波段、频率设定在特定范围内，引诱成虫扑灯，并配套高压电网诱杀成虫，具有诱虫种类广、诱虫量大、对天敌安全、使用成本低、使用方便等特点，可有效降低田间落卵量，压低虫口基数，控制害虫抗性的产生，减少农药使用次数和使用量。应用该项物理防治技术可减轻因使用化学农药对环境带来的污染，对维护生态平衡有重要的作用。

杀虫灯对蔬菜上大部分常发性害虫均有效，主要诱杀鳞翅目、鞘翅目、直翅目、同翅目害虫，约有 20 种，具体有金龟子、小菜蛾、斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、小地老虎、银纹夜蛾、豆野螟、甜菜螟等。

在十字花科蔬菜田，每 15~25 亩挂置 1 台杀虫灯，挂灯高度为 65~75cm，每年的 4-11 月使用。做好杀虫灯的保养和维护，及时清洗接虫袋、清刷高压电网、更换灯管。

2.诱虫板使用技术

诱虫板即通常所说的色板，是利用害虫对特定波长颜色

的趋性，在色板上涂抹专用胶剂来诱杀害虫的理化诱控技术。具有杀虫谱广、诱杀效果明显、对环境安全等特点。

诱虫板可以诱杀多个目的小型害虫，如半翅目的粉虱、蚜虫、叶蝉、飞虱和蝽类，双翅目的斑潜蝇，缨翅目的蓟马，鞘翅目的黄曲条跳甲，鳞翅目的小菜蛾等等，在很大程度上减轻了小型害虫对十字花科蔬菜的为害，减少了化学农药的使用量。

通常在十字花科害虫发生早期、虫量基数少时使用，每亩挂置25~30张，挂置高度为距地面5cm左右。注意当诱虫板80%以上粘满害虫或者粘性明显减弱时及时换板，以确保诱虫效果。

3.防虫网使用技术

防虫网是以聚乙烯为主要原料，添加防老化、抗紫外线的化学助剂，经拉丝制成的网状织物，形似纱窗，为新型覆盖材料。在蔬菜生产中覆盖防虫网，可减轻害虫对网内作物的为害，达到减少农药使用的目的。防虫网透光又适度遮光，为作物生长创造适宜条件，同时还具有抵御暴风雨、冰雹等自然灾害的能力。

4.防草地布使用技术

防草地布又名园艺地布，是由抗紫外线的聚丙烯或聚乙烯扁丝编织而成的一种布状材料，根据颜色可分为黑色和白色两种。地布具有一定的编织结构，材料应具有一定的耐磨性、抗紫外线和抗霉变特性，适用于农业生产的地布，其强

度需能阻止昆虫和中小型动物侵入。防草地布的主要作用是防止地面产生杂草。由于地布可以阻止阳光对地面的直接照射（特别是黑色地布），并利用自身坚固的结构阻止杂草穿过，从而保证了对杂草生长的抑制作用。铺设地布前需先清除杂草、平整地面、测量划线，为铺设得牢固，每米需要 1 个地钉，搭接处要加密固定。

5.性诱剂使用技术

通过诱芯释放人工合成的性信息素，引诱雄蛾至诱捕器内，阻止雄蛾和雌蛾交配，从而减少产卵量，控制下一代的发生量，压低田间虫口基础，达到防治害虫的目的。该技术具有选择性高、专一性强、对环境安全等特点。

利用性信息素防治甜菜夜蛾、斜纹夜蛾:使用时间在 5-11 月,每 2~3 亩设置 1 个诱捕器,挂置高度为距地面 0.8~1.0m;防治小菜蛾：使用时间在 4-6 月和 9-10 月，每亩设置 8~10 个诱捕器，挂置高度为距离作物顶部约 10cm。

田间放置诱捕器时，在防治目标田块的外围放置密度应稍高，以便将目标田块内的害虫向田块外诱集；在目标田中心部位放置密度可稍低。

（三）生物防控

释放赤眼蜂防控小菜蛾、菜青虫等害虫，释放天敌前应监测靶标害虫发生情况，放蜂点数量一般为每亩 8~10 点，在田间均匀分布。每 3 天释放 1 次，连续释放 5~6 次，每次释放 5000~15000 头/亩,虫口密度高的田块可增加释放头数。

释放异色瓢虫防控蚜虫，通过天敌的捕食作用达到防治害虫的目的。异色瓢虫卵的释放条件以气温不低于20℃为宜。释放的瓢蚜比应为1∶（10~20）。

（四）科学用药

绿色防控强调尽量使用农业、物理及生态措施来减少化学农药的使用，但在大多数情况下，仍需使用农药才能有效控制病虫为害。农药作为防控病虫害的重要手段，具有不可替代的作用，实施绿色防控必须遵循科学使用农药的原则。一是优化农药品种结构，优先使用生物农药或高效、低毒、低残留的环境友好型农药。二是要对症下药。农药种类不同，防治对象也不同。防治甜菜夜蛾可选用虱螨脲、甲氧虫酰肼、甜核·苏云菌；防治小菜蛾可选用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、茚虫威、苦参碱；防治黄曲条跳甲可选用金龟子绿僵菌CQMa421、噻虫嗪；防治软腐病可选用大蒜素、枯草芽孢杆菌；防治根肿病可选用氟啶胺、枯草芽孢杆菌。三是要有效、低量、无污染。四是注重轮换、交替使用，精准、安全使用，形成配套技术，加强重点农药品种的抗药性监测与治理。五是严格按照安全间隔期用药。

（五）注意事项

1.诱芯需存放在较低温度（-15~5℃）的冰箱内，避免暴晒。同时由于性诱剂的高度敏感性，安装诱芯前需洗手以免污染。不同种类的诱芯持效期不一样，使用过程中要根据诱芯产品性能及天气状况适时更换以保证引诱效果，一般情况

下 1 个月左右更换 1 次诱芯。

2.应用性信息素防治蔬菜害虫时，要掌握害虫的生物学特性，诱捕器的设置密度应在诱杀目标田的外围稍高，在目标田中心部位稍低，以便引出并诱杀飞入目标区的害虫。

3.使用化学农药要把握好用药期，掌握好用药量，选择性能良好的施药器械，注意药剂的轮换使用，并遵守安全间隔期。

四、技术示范推广情况

十字花科蔬菜特别是青菜，作为上海市大宗“菜篮子”保供产品，在上海的蔬菜种植中占据举足轻重的地位。2022-2024 年，上海市蔬菜播种面积总计约 225.85 万亩次，其中十字花科蔬菜的播种面积约 134.84 万亩次，占比 59.7%，是上海市地产蔬菜的主要品类。十字花科蔬菜种植过程中，病虫害多发重发，菜农为防治病虫害，长期依赖化学农药，盲目滥用和超量使用化学农药的现象普遍，加上有些十字花科蔬菜品种的种植周期短，部分化学农药安全间隔期长，造成上市蔬菜农药残留超标事件频出。因此，从源头上减少化学用药的使用，切实控制农药残留超标，保障地产十字花科蔬菜生产安全、农产品质量安全和农业生态环境安全具有重要的现实意义。

2023 年上海市绿色防控应用基地有 396 个，应用面积 10.37 万亩。其中性诱剂（诱芯）13230 枚，应用面积 15733 亩；杀虫灯 770 盏，应用面积 17656 亩；诱虫板 47355 张，

应用面积 1894 亩；防虫网 592709m²，应用面积 1292 亩；防草地布 55570m²，应用面积 555.7 亩；全降解地膜 5303kg，应用面积 530.3 亩。

2024 年上海市绿色防控应用基地升至 492 个，应用面积 10.86 万亩。其中性诱剂（诱芯）39830 枚，应用面积 83697.75 亩；杀虫灯 3955 盏，应用面积 70168 亩；诱虫板 589894 张，应用面积 29885.84 亩；防虫网 4710292m²，应用面积 24489.38 亩；防草地布 499350 m²，应用面积 4629.05 亩；全降解地膜应用数量 77882.3kg，应用面积 7850.93 亩。

2024 年，上海市农业技术推广服务中心在小青菜上进行了全程绿色防控示范试验。在“夏淡”设施青菜常规防治用药高峰期 6-9 月，全程绿色防控示范区根据病虫害发生的实际情况，通过使用杀虫灯、黄板、性诱剂、光源诱捕器等理化诱控以及释放天敌等生物防控手段，与常规防控区进行对比，比较农药的使用次数与用量，小青菜的品质、产量与效益。示范分别在上海市青浦区和浦东新区的设施菜田进行，绿色防控示范区的技术措施为“清洁田园+抗病品种+‘三诱一网’+生物防治+化学农药防治”，常规防控区的技术措施为“清洁田园+抗病品种+生物防治+化学农药防治”。示范结果表明，小青菜全程绿色防控示范区经济效益和生态效益显著。相较于常规防控区，农药使用次数减少 3 次，农药平均亩投入量减少 58.20%。产量方面，全程绿色防控区比常规防控区增长 6.47%。品质方面，全程绿色防控区的小青菜品质

较好，破叶率低，虫株率明显低于常规防控区。收益方面，全程绿色防控区比常规防控区净收入增长 5.90%。

五、技术依托单位

（一）上海市农业技术推广服务中心

联 系 人：彭震

联系电话：18001776259

电子邮箱：1975861023@qq.com

（二）上海市嘉定区农业技术推广服务中心

联 系 人：倪江

联系电话：13774429182

电子邮箱：15709278@qq.com

（三）上海市崇明区蔬菜科学技术推广站

联 系 人：何欢宇

联系电话：13061726708

电子邮箱：hehuanyu78@163.com

（四）上海市浦东新区农业技术推广中心

联 系 人：汪洁

联系电话：13701651123

电子邮箱：jerry1829@163.com

（五）上海市青浦区农业技术推广服务中心

联 系 人：刘彬

联系电话：15601608323

电子邮箱：liubin0157@sina.com

葡萄三膜覆盖设施促早轻简化栽培技术

一、适宜区域

长江以南地区。

二、适用作物

葡萄。

三、技术要点

葡萄三膜覆盖设施促早轻简化栽培技术的核心包括解除休眠、三膜覆盖、大树冠树形培养、温湿度的分段式管理、枝蔓花果的量化管理、肥药减量以及农艺农机融合技术的应用。

（一）建园

1.园址选择

葡萄园应建在地形开阔、阳光充足、通风良好、土层深厚疏松、肥力较好、便于排灌的地块，土壤耕作层厚度≥40cm，有机质含量≥30g/kg，土壤 pH6.5~7.0，盐含量≤0.14%，产地环境应符合 NY/T 857 的规定。

2.品种选用

优先选用通过国家或省级审定且适宜本地气候的优质稳产葡萄品种，具备花芽分化优良、适宜短梢修剪、抗病、坐果率适中等特性，种苗质量符合NY469 标准。

3.整地与栽植

利用果园管理机耕作土壤，亩施腐熟有机肥

1500~3000 kg+结晶腐殖酸钾型土壤改良剂 15~30kg ，定植时将行间的土壤移至种植行，形成种植层厚度 40~50 cm、宽度 2.5m 的种植畦，挖栽植沟，亩施磷肥 75 kg，选 12 月上旬至翌年 3 月上旬的非雨日栽植，栽植密度 3m×（3~6）m，浇透定根水，用 80~100 cm 宽黑色地膜全畦条形覆盖。

4.设施架式

大棚一般单拱跨度 5.5~6.0m，外棚顶高 3.5~3.7 m，肩高 1.8 ~2.0 m，拱杆间距 80cm。内棚的顶高 3.1m，内外棚间隔 40~60cm 的保温层，拱杆间距 100~120cm。内外棚配备电动卷膜器，大棚应符合 GB/T 51057 的要求。在立柱距地面 1.8~2.0m 处架设横梁与钢绞绳，按不同栽培架型布设钢丝，搭建葡萄架。

（二）轻简化树形培养

培养‘一’‘T’ ‘H’型大树冠树形。

1.‘一’型整形

株行距 3 m×3 m。定植当年每株选留 1 条新梢作为主蔓；V 型架待新梢长至 120cm 时摘心，平棚架待新梢长至 180cm 摘心；摘心后顶端抽生的 2 个副梢，延长成一字形（行向）绑缚在钢丝上，其余副梢留 4 叶反复摘心；当顶端夏芽副梢生长至 80cm 时，进行第 2 次摘心，顶端留 1 根副梢延长到 150cm 时第 3 次摘心，其余副梢留 3~4 叶反复摘心，结果树冬季 1~2 芽电动剪刀修剪，修剪后树相形状成‘一’形。

2.‘T’形整形

株行距 3m×6m。定植当年新梢主蔓培育同‘一’型，摘心后顶端抽生的 2 个副梢，延长成 T 形（垂直于行向）绑缚在钢丝上，其余副梢留 4 叶反复摘心；当顶端夏芽副梢生长至 100cm 时，进行第 2 次摘心，顶端留 1 根副梢延长到 200cm 时第 3 次摘心，顶端留 1 根副梢延长到 300cm 时再次摘心，其余副梢留 3~4 叶反复摘心，结果树冬季 1~2 芽短梢修剪，修剪后树相形状成‘T’形。

3.‘H’形整形

株行距（3~4）m×6m。定植当年新梢主蔓培育同‘一’型，摘心后顶端抽生的 2 个副梢延长，以一字形方式绑扎于左右架面；当顶端副梢生长到达 1~1.2m 时，对副梢摘心，留前端的 2 个二次夏芽副梢，沿行向以一字形方式绑扎于架面上。当顶端副梢生长至 80cm 时，进行第 2 次摘心，顶端留 1 根副梢延长到 150cm 时再次摘心，其余副梢留 3~4 叶反复摘心，冬季修剪后树相形状成 H 形（每株占地面积 18 m2）。结果树冬季 1~2 芽短梢修剪，冬季修剪后树相形状成‘H’形。

（三）解除休眠

封膜前用 15%~20%石灰氮浸出液、1.5%~2.0%单氰胺涂抹或喷施结果母枝，解除葡萄休眠。

（四）三膜覆盖

外天膜于 12 月中旬至翌年 1 月上旬覆盖，7~15 天后盖内天膜，内外天膜间距 40-~60 cm。萌芽后盖地膜。

（五）分段式温湿度管理

通过配置田间环境数据信息采集传感器和电动卷膜开闭棚系统，可实现葡萄园管理的数字化，通过手机终端了解设施内环境因子，电动卷膜实现葡萄栽培棚膜管理的高效、省力。

1.温度管理。萌芽前：盖外天膜后 1 周白天 15~20 ℃，逐渐上升到 28~30 ℃；新梢生长期：白天防 35 ℃以上高温，夜间 15~18℃；开花期：防 14 ℃以下及 35 ℃以上高温；果实发育期：白天 28~30℃，夜间 18~20 ℃，气温稳定在 25 ℃时揭除围膜。

2.湿度管理。萌芽期 80%~90%、新梢生长期 70%、开花期 60%、果实膨大期 70%~80%，转熟后 60%~70%。

（六）枝蔓花果量化管理

1.夏季 9 叶打梢，冬季 1~2 芽修剪。新梢长至见花序时一次性抹芽定梢，夏季 9 叶电动打梢机替代人力摘心，不留副梢，冬季电动剪刀 1~2 芽修剪免绑省工。

2.等距离扎丝绑梢。应用扎丝绑梢，18~20cm 等距离规范定梢，绑梢速度快、效率高。

3.拉长花序。花序紧凑品种花前 15 天喷施 5~10mg/L 赤霉酸拉长花序。

4.重整花序+重剪果穗+轻疏果。重整花序：改疏果为疏花，采用疏支轴与疏花器疏花蕾的方式，留下需要的花蕾；花序量化：始花前后 3 天 保留穗尖巨峰 10cm、天工墨玉与夏黑 8cm、阳光玫瑰 5cm；重剪果穗：轻疏果，坐果后调

整轴长（天工墨玉、夏黑留果 80 粒左右，阳光玫瑰留果 60 粒左右）。

5.控产中穗。亩产 1250kg，每穗 0.75kg 左右。

（七）肥药减量

1.重视清园、清洁栽培。冬季修剪后清理田间落叶、修剪的枝条、残果，减少园内越冬的虫卵与病菌，5 波美度石硫合剂或电解式臭氧水，树体、土壤、架面全园喷洒清园。

2.水肥一体化，少量勤施。采用滴灌加喷灌技术及时供应肥水，萌芽前和果粒膨大期前要及时灌水，花期和着色期应停止灌水，南方多雨水，梅雨季节要及时排水，防止果园内涝。基肥以有机肥为主，改变传统人力开沟秋施基肥费工方式，距离树基部 60cm 处铺施，利用果园管理机翻土施入（深度 40cm），减少人为作业，亩施高有机质含量商品有机肥 1t 以上+钙镁磷肥 50~75 kg+颗粒硼、颗粒锌 0.5~1kg+颗粒镁 5 kg+微生物菌肥 20kg；3 月萌芽前亩施平衡型水溶肥 4~6 kg; 果实膨大期施肥 2 次，分别亩施高氮水溶复合肥 5kg，平衡水溶复合肥 5 kg，2 次施肥间隔 15~20 天；葡萄着色期适当增施钾、钙肥，亩施高钾型水溶肥 5 kg，中量元素钙镁肥 2.5kg，施肥 2 次；采果后亩施平衡型水溶肥 5 kg。

生长期微量元素主要采用叶面喷雾的方式补充，可进行叶面补充钙肥。

3.病虫害防治

主要发生病虫害有灰霉病、白腐病、白粉病、炭疽病、

霜霉病、透翅蛾、叶蝉、绿盲蝽、吸果夜蛾等。

（1）诱导抗性。生长期叶面喷施褪黑素、香菇多糖、氨基寡糖素、黄腐酸钾等诱抗剂提高抗性。

（2）绿色防控。采用粘虫色板：用蓝板诱杀果蝇、蓟马，用黄板诱杀叶蝉和蚜虫；性诱剂防控夜蛾，有效减少化学药剂的使用。

（3）科学用药和改进使用方法。绒球期、开花前、开花后、套袋前4次化学用药，病虫害防治按照NY/T 3413规定执行，农药的使用按GB/T 8321.6、GB/T 8321.10规定执行。大棚内使用烟雾化打药机或高压管道弥雾打药，尤其高压管道弥雾打药，一管多用，可用来喷臭氧水、叶面肥、农药，省时、省工，但由于雾化喷头孔径小，粉剂等农药禁止使用。

（4）推迟揭棚膜。推迟揭开棚膜保秋叶，减少葡萄霜霉病发生。

（八）适时采收

采摘时整穗轻摘轻放，包装前对果穗严格整修，保留果粉。

四、技术示范推广情况

本技术通过边研发边推广，示范展示基地包括金华浦江盆地省级现代农业综合区、台州温岭东部现代农业综合区、湖州长兴雉城葡萄产业示范区、嘉兴海宁海昌葡萄精品园、云南建水葡萄农业标准化示范园、江苏省常熟现代农业产业

示范园等。本技术作为浙江省科技进步奖二等奖“早中熟葡萄品种选育及促早栽培关键技术创新与应用”成果的核心内容，现已推广至浙江台州、嘉兴、宁波、长兴、上虞以及江苏、安徽、湖南、福建、云南等葡萄产区。2012 年本技术初始应用时，浙江省葡萄种植面积为 38.3 万亩，现葡萄种植面积达 43.6 万亩，技术不断熟化总结推广，目前“葡萄三膜覆盖设施促早轻简化栽培技术”应用面积达 10.1 万亩，占全省葡萄种植面积的 23.2%，得到多地农业行业主管部门的高度认可。

典型应用案例 1: 葡萄促早上市增效益。温岭市是浙江省葡萄主产区之一，面积 6.2 万亩。温岭市津岭农业科技有限公司是较早应用本项技术的受益者,葡萄种植面积 200 亩，自 2021 年以来应用本技术，阳光玫瑰葡萄 6 月中下旬即上市，批发价 30~50 元/kg，亩效益超过 6 万元，刷新了温岭葡萄亩效益新高度，成为浙江省高品质绿色科技示范基地、浙江省农艺农机融合示范基地。目前全市 90%以上葡萄种植面积采用三膜覆盖促早栽培，是国家葡萄产业技术体系示范县、中国大棚葡萄之乡。

典型应用案例 2: 葡萄轻简化管理降本增效。浦江是浙江省葡萄主产区之一，面积 6.7 万亩，浦江葡萄是浙江省首批名优土特产入选产品。浙江圣炫农业科技有限公司是近几年应用本项技术的受益者，葡萄种植面积 180 亩，自 2022 年以来应用本技术，葡萄 6 月底上市，批发价 20~40 元/kg，

通过电动卷膜、控产中穗、电解式臭氧水管道喷雾等轻简化管理措施，肥药人工亩节本 1900 元，果品优质安全，成为海关认证葡萄出口基地、国家绿色食品认证基地、浙江省数字农业工厂试点示范基地。

五、技术依托单位

浙江省农业科学院、浙江省农业技术推广中心

联 系 人：程建徽、周慧芬

联系电话：13486170787、0571-86757893

电子邮箱：jianhuicheng@126.com、12355694@qq.com

桃园“一优二控一改”高质高效技术

一、适宜区域

南方桃产区。

二、适用作物

桃。

三、技术要点

桃园“一优二控一改”高质高效技术的核心技术包括老桃园土壤改良、两主枝“Y”字型树形养成、控制氮肥和桃产量控制等。

（一）老桃园土壤改良

1.清园

将老树彻底挖除，清除所有残根，消除老根及其根系分泌物等连作障碍来源。并将树枝、落叶、残根等全部清理出园区，或集中填埋、焚烧或进行高温堆肥发酵。

2.土壤深翻与消毒

（1）深翻晒

使用深耕犁或挖掘机进行深度为 40~60cm 的深翻，将底土翻上来，表土翻下去，充分暴晒。夏季高温晒 30~40 天，可以有效杀灭部分土表病原菌和虫卵。

（2）土壤消毒

石灰氮消毒法。深翻后，每亩撒施石灰氮（氰氨化钙）50~80kg；进行旋耕，使之与土壤混合均匀；起垄（垄高 30cm），

灌水至土壤湿润；覆盖透明的厚塑料薄膜，四周压实。密闭熏蒸20~30天，然后揭膜通风10天左右。石灰氮在潮湿土壤中分解产生的氰氨和双氰氨具有强大的杀菌、杀虫、杀草籽作用，同时还能补充钙素，调节酸碱度。

生石灰消毒法。对于酸性土壤，亩施入生石灰100~150kg，深翻、灌水、覆膜，也能起到一定的杀菌和调节pH的作用。

棉隆熏蒸法。深翻后，每亩撒棉隆40kg，处理时期以气温 15~30℃为宜，地温不低于6℃。微耕机翻耕30~40cm，浇透水，覆膜50天，揭膜晾晒15天以上后进行正常农事操作。定植时除施用适量基肥外，补充如哈茨木霉（8kg/亩）等有益微生物，拌土回填。

（二）优化树形（两主枝“Y”字型树形养成）

将传统种植模式的密植（株行距3m×4m）和三主枝自然开心形改变成为宽行密株（株行距1.5~2.0m~4.5~5.5m）的高光效两主枝“Y”字型树形。

1.定植与培养主枝

（1）定干

选择健壮、无病的桃树苗。在距离地面 40~50cm处短截（剪断）。在剪口下6~8个饱满芽处预先选定两个顺行向伸展、上下错开15cm左右的饱满芽作为未来主枝的培养点。

（2）生长季管理

抹芽除萌。萌芽后，将距离地面30cm以下的芽全部抹除。当新梢长到10~20cm时，除预先选定的两个主枝芽外，

将顶部其他竞争枝、过密枝疏除，确保养分集中供给两个主枝。

拉枝开角。当两个主枝新梢长到50~60cm长、半木质化时，选留长势基本一致且上下错开15~20cm的2个主枝，使其与中心垂直线呈45°~60°角，东西向用竹竿、木棍或钢管固定，其余剪除。

培养延长头。确保两个主枝的顶端优势。如果出现竞争枝，要及时疏除、摘心或扭梢控制其生长。

（3）冬季修剪（休眠期）

延长头修剪。对两个主枝的延长枝进行修剪，剪去全长的1/3~1/4。剪口下留饱满的外芽，引导其继续向外扩展。

平衡树势。如果两主枝生长强弱不一，对强枝剪重些（留短些），对弱枝剪轻些（留长些），以平衡未来生长。

处理侧枝。将主枝上着生的基部粗度大于0.8cm的侧生分枝全部从基部疏除，或留极短桩（1~2cm）极重短截，其余细弱枝保留。

2.扩大树冠与培养结果枝组

（1）生长季管理

主枝延长头管理。继续保证其顶端优势，抹除竞争芽。

侧枝管理。春季，对主枝上萌发出的新梢每隔15~2cm选留1个，方向错开，作为未来的结果枝，疏除过密、重叠、背上过于直立的徒长枝。对保留的新梢，在生长中期进行摘心（掐去嫩尖），促使其增粗、充实，形成饱满的花芽。

（2）冬季修剪

主枝延长头。方法同第 1 年冬剪，继续扩大树冠。

培养结果枝组。对去年培养出的健壮一年生枝（即结果枝），根据空间进行修剪。长果枝留 30~60cm 修剪、中果枝留 15~30cm 修剪、短果枝 5~15cm 保持不剪。疏除过密、过粗枝、细弱枝，确保枝组间通风透光。

3.成龄与维持丰产

（1）主枝

当树高和冠幅达到预期后，主枝延长头可放缓修剪，或以弱枝带头，甚至回缩到向下的侧枝上，控制树体大小。

（2）枝组更新

采用“去远留近、去直留平、去弱留强”的原则。

单枝更新。对结果后的长果枝，在基部留 2~3 个芽重短截，促使其在第 2 年萌发新的健壮结果枝。

双枝更新。对 1 个二年生枝组，前部的枝长留结果，后部的枝留 2~3 芽重短截作预备枝；第 2 年冬剪时，将已结果的前部枝疏除，将预备枝上长出的两个新枝再次按“一长留一重截”的方法修剪。

夏季修剪。果实采收后或生长过旺时，可疏除过密枝、徒长枝，改善光照，减少养分消耗。

（三）施肥管理（控制氮肥）

氮肥的使用量要与产量挂钩，以产量控制在 1250~1500kg/亩为基础，全年亩施纯 N 控制在 10~15kg。按

$N:P_2O_5:K_2O$ 为 1.0:0.7:1.2 施肥。不同地区根据土壤特性施肥量可进行适当调整。为了提高果实品质，减少生长期控旺剂的过度使用，建议氮肥在萌芽期施 50%、果实膨大期施 30%、果实采后施 20%。

（四）花果管理（控制产量）

1.疏花。开花期至落花期。在花量过大的年份，可以疏除部分过密、弱小的花朵。

2.第 1 次疏果（预备疏果）。在生理落果后，即谢花后 3~4 周。主要疏除畸形果、小果、病虫果、并生果（一个节位长多个果），以及过密部位的果。

3.第 2 次疏果（定果期）。在硬核期前完成，通常在谢花后 5~6 周。这是最终确定留果量的时期。根据品种、树势、树冠大小确定目标产量，然后按以下标准留果：长果枝 2~4 个果。中果枝 1~3 个果。短果枝 1 个果或不留。

4.果实间距。一般保持果实间距在 15~20cm，大果型品种间距要大，小果型品种可稍小。最终使全树果实分布均匀。

四、技术示范推广情况

典型应用案例 1：浙江省长兴城山沟桃园山庄生态农业开发有限公司于 2019 年示范该技术，该基地 200 亩桃园通过树形改造、健康土壤管理等措施，生产成本减少 28.1%，优质果率提高 16.4%，综合经济效益提高 31.6%。通过对 15 年老果园连作障碍土壤改良，使第 2 茬新定植的幼树生长较

未改良的对照树生长势大大提高，4~5 年生挂果树的流胶病降低了 76%，果实品质显著提高。

典型应用案例 2: 浙江省嘉兴南湖区凤桥镇于 2020 年示范该技术，该基地核心示范区 180 亩果园，通过宽行密株种植模式，提高了桃树通风透光条件；通过生长期控氮肥和控制产量，使果实糖度增加 2%，减少了控旺剂使用次数；在对 250 亩旧果园进行连作障碍土壤消毒处理后，幼树生长状况与新种植果园无明显差异，5~7 年盛果期树流胶病基本无发病状况。化肥和农药成本减少 30%左右，优质果率提高 24.9%，综合经济效益提高 30%以上。

五、技术依托单位

浙江大学、浙江省农业技术推广中心

联 系 人：魏佳、姚莹

联系电话：17342022856、0571-86750187

电子邮箱：0622C01@zju.edu.cn、12355694@qq.com

苹果绿色低碳精准施肥技术

一、适宜区域

山东苹果主产区。

二、适用作物

苹果。

三、技术要点

针对苹果园因高强度利用与施肥不当导致的土壤退化及品质下降问题，本技术集成有机肥局部优化、果园生草、土壤改良与化肥精准施用，实现有机肥高效替代。可节化肥氮 30%、节化肥磷 35%，增产 8%~15%，优质果率提升 15%，亩节本增效 800~1500 元，有效提升土壤有机质，改善果园生态环境。

（一）有机肥局部优化施用技术

增加有机肥用量，特别是生物有机肥、添加腐殖酸的有机肥以及传统堆肥和沼液/沼渣类有机肥料。

有机肥用量。中等肥力土壤下中等产量水平（亩产 3000kg）果园，农家肥（腐熟的羊粪、牛粪等）2000kg（约 6 方）/亩，或优质生物肥 500kg/亩，或饼肥 200kg/亩，或腐殖酸 100kg/亩，或沼渣 3000~5000kg+沼液 50~100m^3。在 9 月下旬至 10 月中旬施用（晚熟品种采果后尽早施用）。

施肥方法。采用穴施或条沟施进行局部集中施用，沟宽 30cm 左右、深 40cm 左右，分为环状沟、放射状沟以及株（行）

间条沟，沟长依具体情况而定。矮砧密植果园在树行两侧开条沟施用。穴施时根据树冠大小，每株树 4~6 个穴，穴的直径和深度为 30~40cm。每年交换位置挖穴，穴的有效期为 3 年。施用时要将有机肥等与土充分混匀。

（二）果园生草技术

采用“行内清耕或覆盖、行间自然生草/人工生草+刈割”的管理模式，行内保持清耕或覆盖园艺地布、作物秸秆等物料，行间进行人工生草或自然生草。

人工生草。可选择三叶草、小冠花、早熟禾、高羊茅、黑麦草、毛叶苕子和鼠茅草等，播种时间以 8 月中旬至 9 月初最佳（早熟禾、高羊茅和黑麦草也可在春季 3 月初播种）。播深为种子直径的 2~3 倍，土壤墒情要好，播后喷水 2~3 次。

自然生草。保留马唐、稗、光头稗、狗尾草等良性杂草，及时拔除豚草、苋菜、藜、苘麻、葎草等恶性杂草。

刈割管理。草高 30~40cm 左右时要进行刈割，割后保留 10cm 左右，割下的草覆于树盘下，每年刈割 2~3 次。

（三）酸化土壤改良技术

在增施有机肥的同时，施用生石灰、贝壳粉类碱性（弱碱性）土壤调理剂或钙镁磷肥进行酸化改良。生石灰具体用量根据土壤酸化程度和土壤质地而异。

生石灰用量。微酸性土（pH 为 6.0），砂土、壤土、黏土施用量分别为 50、50~75、75kg/亩；酸性土（pH 为 5.0~6.0），砂土、壤土、黏土施用量分别为 50~75、75~100、100~125kg/

亩；强酸性土（pH≤4.5)，砂土、壤土、黏土施用量分别为100~150、150~200 、200~250kg/亩。

（四）化肥精准高效施肥技术

1.根据产量水平确定施肥量

根据目标产量（近3年平均产量乘以1.2）确定化肥用量和比例:

（1）亩产4500kg以上的苹果园: 氮肥（纯N）15~25kg/亩，磷肥（P_2O_5）7.5~12.5kg/亩，钾肥（K_2O）15~25kg/亩;

（2）亩产3500~4500kg的苹果园: 氮肥（纯N）10~20kg/亩，磷肥（P_2O_5）5~10kg/亩，钾肥（K_2O）10~20kg/亩;

（3）亩产3500kg以下的苹果园: 氮肥（纯N）10~15kg/亩，磷肥（P_2O_5）5~10kg/亩，钾肥（K_2O）10~15kg/亩。

中微量元素肥料:盛果期果园施用硅钙镁钾肥80~100kg/亩;土壤缺锌、铁和硼的果园(尤其是黄土高原石灰性土壤)，相应施用硫酸锌1~1.5kg/亩、硫酸亚铁1.5~3kg/亩和硼砂0.5~1.0kg/亩。

2.根据土壤肥力、树势、树龄调整施肥量

土壤较肥沃、或树龄小、或树势强的果园建议适当减少肥料用量10%~20%; 土壤瘠薄、或树龄大、或树势弱的果园建议适当增加肥料用量10%~20%。

3.分期调控施肥

春季施肥（萌芽肥或花前肥）: 20%~30%的氮肥、20%~30%的磷肥、20%~30%钾肥在3~4月施用;

夏季施肥（膨果肥）：20%~30%的氮肥、20%~30%的磷肥、40%~50%钾肥在6~8月施用；

秋季施肥（采果后）：40%~50%的氮肥、40%~50%的磷肥、30%~40%的钾肥、全部有机肥和中微量元素肥料在9月中旬至10月中旬采果前后施用。

（五）中微量元素叶面喷肥技术

1.落叶前喷施1%~7%尿素、1%~6%硫酸锌、0.5%~2%硼砂的溶液，可连续喷2~3次，每隔7天1次，浓度前低后高；

2.开花期喷施0.3%~0.4%硼砂的溶液，可连续喷2次；

3.缺铁果园新梢旺长期喷施0.1%~0.2%柠檬酸铁的溶液，可连续喷2~3次；

4.果实套袋前喷施0.3%~0.4%硼砂、0.2%~0.5%硝酸钙的溶液，可连续喷3次。

四、技术示范推广情况

典型应用案例：山东胶东苹果园高效施肥技术集成与推广

主要内容：通过有机肥局部优化施用、果园生草、酸化土壤改良及化肥精准高效施用技术，减少化肥用量，提升土壤有机质含量，改善果实品质。该技术以“苹果园有机肥替代化肥技术”和“苹果园绿色高效施肥技术”为题分别获2021年、2021年部山东省农业主推技术，累计推广面积达10万亩，覆盖胶东地区多个苹果主产区。

应用效果：经过3~5年应用，土壤有机质含量提高15%，

氮肥用量减少 30%，磷肥用量减少 35%，优质果率提升 15%，亩均增产 10%以上，节本增效达 1200 元/亩，实现了经济效益与生态效益的双赢。

五、技术依托单位

山东省农业技术推广中心、山东农业大学

联 系 人：马荣辉

联系电话：0531-81608043

电子邮箱：tfbflk@shandong.cn

火龙果智慧高效错季节栽培技术

一、适宜区域

广东、广西、海南、云南等火龙果主产区。冬季温度低的地区需搭建简易设施保温，当日最高气温持续低于 20℃、最低气温低于 8℃时，不易成花、坐果。

二、适用作物

火龙果。

三、技术要点

火龙果智慧高效错季节栽培技术的核心技术包括节能高效 LED 补光技术参数，精准肥水智能管控、修剪调控、花果管理技术等。

（一）建园种植

1.品种及种苗选用

选用通过国家或省级审定、推广面积大且适宜本地生产条件的高产稳产、自花授粉能力强、人工补光容易诱导成花的火龙果品种。种苗宜选择生长旺盛、病虫害少，侧根数量多的扦插苗或嫁接苗，符合 NY/T 5256-2004 规定。

2.整地

宜选择富含有机质、pH为5.5~7.5及排水良好的砂壤土种植。亩施腐熟有机肥1500 ~2000 kg+谷壳1000 kg+复合肥80 ~100 kg，并用辛硫磷杀灭地下害虫，深翻30 cm，使药肥均匀施入土壤并耙平。以马鞍型南北向起垄，垄宽1.2 ~1.6 m，

垄距2.5~3.0 m，沟深20 cm起垄整平后备植，排水条件差的地块需起高垄种植。

3.定植

主要分为排式和柱式两种架式，地势平整多选择排式种植。种植时宜浅不宜深，以表土盖严根部即可。淋足定根水，一周后淋水、保持土壤湿润。禁忌种苗须根接触有机肥料，以免造成烧根。

（1）排式。株行距（0.3 ~0.5） m×（2.5 ~3.0 ）m。每株火龙果苗用 1 根竹竿（或玻璃纤维棒）作为支撑，用布条或塑料绳等进行绑缚。

（2）柱式。柱间距为（2~2.5） m×（2.5 ~3.0 ）m。每柱周围种植 4 株，定植时种苗尽量靠近立柱，便于利用布条或塑料绳等进行绑缚。

（二）肥水管理

1.肥料施用

以有机肥为主，化肥为辅，薄肥勤施。采用撒施、沟施、淋施等，宜采用配方施肥、水肥一体化及远程控制技术。

（1）幼年树（种植第 1 年）。定植后，每 20 ~30 天施肥 1 次，每次株施尿素 10~20 g +复合肥 20~30 g。

（2）结果树（1 年生以上）。于每年末批果采收后单株施入生物有机肥 8 ~20 kg，结果树于营养生长期（根据树势、市场情况等人为调节，即非开花挂果期）每月株施复合肥（N：P_2O_5：K_2O=12：6：18）50 ~60 g。开花结果期每月株施复合肥（N：P_2O_5：K_2O=5：8：15）50 ~60 g，同时加施适量钙、镁肥，肥料的质量应符合 NY 2266 的规定；每周

可喷施叶面肥 1 次，肥料的质量应符合 GB/T 17420 的规定。

2.灌溉

树盘可用菇渣、中药渣、稻草、谷壳、甘蔗叶等，行间可用防草布等进行覆盖保墒、防草。遇旱及时灌溉，遇强降雨应及时排水防涝。果实膨大期要保持湿润，以利果实生长。冬季要控水，以增强枝条抗寒、抗病能力。

（三）整形修剪

1.新植果园

定植幼苗开始生长时，应及时用布条或塑料绳把主茎绑在竹竿或支撑柱上，向上牵引生长。主茎保留 1~2 个向上生长的芽，其余萌发的侧芽及时疏除。当主茎超出排架顶端横拉钢筋（或钢管）50 cm 左右时，及时摘心，侧拉并水平绑缚于横拉钢筋上以促发侧芽。侧芽萌发后，进行合理疏芽，当年选留均匀分布的侧芽 4~6 个，当选留的侧芽长到一定长度时，结合人工拉枝、扭枝使其下垂，根据具体枝条分布情况，依次绑缚在架面的左右两边作为结果枝，待枝条生长至距离地面 30cm 进行打顶，枝条老熟即可开花结果。进入结果期后，应及时剪去枝条上萌发新芽，保证营养供应。于秋季，在架面的主枝上继续选留秋芽 4~6 个。并做好采果后修剪，将挂过果的老枝、弱枝、下垂近地面及过密枝条剪除，让其重新发出新枝，以保证来年产量。

2.挂果园

根据果园枝条数量情况，春季从架面的主枝上选留一定

数量的春芽，确保单株枝条数量在12~16条，每间隔7~10 天疏除1次萌生的新芽。

（四）人工补光

1.基本要求

花期至幼果期日平均气温≥20 ℃，最低气温≥10 ℃。催花期光照时长≤12 小时，需利用高效、节能LED人工光源进行补光，且持续20 天以上。

2.补光处理

6~18个月的老熟枝条覆盖80 %~100 %架面区域时，可进行补光。宜选择暖白色（4000 K左右）LED灯，功率15 ~20 W，配灯罩，具防水性能。日落前后补光3~5 小时，智能远程控制。LED光源挂在植株上方或两行之间，距架面高度70 ~100 cm，光源间距1.3 ~1.8 m，行间可铺反光膜。秋季于9月中旬开始补光，至翌年1月初结束（冬季温度低的地区于12月初结束补光，温度高的地区可补光至翌年1月，以诱导更多批次花蕾）。春季于2月初至3月初开始补光，至4月底结束。

3.修剪调控

（1）促早栽培。于秋季末批果放梢，培养翌年春季结果枝，选留长势旺、在架面分布均匀的秋梢，当下垂枝距离地面20 ~30 cm 时打顶，并加强水肥管理，补充氮肥。末批

正造果采收后，疏除老、病、弱、过密枝条，并及时带出果园，集中处理。修剪后喷施石硫合剂 500 倍液或其他杀菌剂 2 次，隔 7 ~10 天 1 次。

（2）延后栽培。于秋季疏掉最后 1~2 批自然花及秋梢，清园，加强肥水管理。

4.花果管理

补光 20 天左右现蕾，及时疏除零星花蕾，至结果枝现蕾数量达到 10 %~15 %时，留花蕾，每枝选留花蕾 1~3 个。花果保留数量依据大、小批次相间隔原则。

5.肥水管理

促早栽培有机肥提前至8月施用，延后栽培推迟至翌年4月施用。延后栽培冬季应控制浇水量，以增强枝条抗寒、抗病力。

（五）病虫害防治

遵循“预防为主，综合防治”的方针，宜采用农业措施、物理防治、生物防治和化学防治相结合的绿色综合防控策略。可采用大中型喷杆喷雾机弥雾喷施或无人机飞防。农药使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 规定。

1.虫害。主要包括蜗牛、蚂蚁、介壳虫、斜纹夜蛾、小食蝇、线虫等。

2.病害。生产中主要包括炭疽病、茎枯病、茎斑病、果腐病、溃疡病、软腐病等。其中，溃疡病危害较为严重，根

据该病害生物学特性、病原菌流行传播规律，即春季气温回升到 8 ℃以上时需喷施石硫合剂、铜制剂等重点保护幼嫩新梢；夏季高温多雨时，需每 7~10 天喷施多菌灵、百菌清、咪鲜胺、苯醚甲环唑等杀菌剂，连续 3 次，轮换用药，并及时修剪病枝、嫩枝进行综合防治。

（六）适时采收

当果皮转色后 7~10 天，果顶盖口出现皱缩，表皮散发光泽即可以采收。过早采收，影响果实质量与品质；过迟采收则果质变软，不利于运输和贮藏。采收时，由果梗部位剪下并附带部分茎肉，采收时注意避免碰撞和挤压造成机械损伤，影响外观。

四、技术示范推广情况

典型应用案例：“火龙果智慧高效错季节栽培技术”促进农户增产增收。

主要内容：广东省湛江市麻章区湖光农场火龙果种植户应用“火龙果智慧高效错季节栽培技术”在非自然产果季收获火龙果，实现火龙果错季节生产，经济效益显著。

应用规模：基地面积 200 亩，周期为 2020~2023 年。

应用效果：国内火龙果自然产果期集中在 6~11 月，此时各类水果大批上市，经济效益不佳。而利用该技术在非自然产果季收获果实、实现元旦、春节火龙果上市及春季 4~5 月提早上市，经济效益十分可观。自 2020 年开始利用该技术进行火龙果错季节生产。因湛江地区冬季气温高，秋季延

后果可诱导两批次，春季提早产果 1 批次。亩年均增产 1500 kg，反季节果实均价 20 元/kg，亩总收入 3 万元，亩投入成本（包括水电、人工、肥料、补光基础设施）约 1 万元，亩净利润为 2 万元，年增收 400 万元，4 年合计利润超过 1600 万元。

五、技术依托单位

广东省农业科学院果树研究所、广东省农业技术推广中心

联 系 人：孙清明、李强

联系电话：18665032856

电子邮箱：sunqingming@gdaas.cn

茶园主要害虫绿色精准防控技术

一、适宜区域

国内所有茶区。

二、适用作物

茶树。

三、技术要点

（一）核心技术

害虫发生初期，通过精准理化诱杀、生物药剂等，控制害虫种群增长；害虫发生高峰，利用高效安全农药进行防治。

1.性诱杀技术

用于防治灰茶尺蠖、茶尺蠖、茶毛虫、茶蚕、茶细蛾等茶园主要鳞翅目害虫。针对茶树重大害虫灰茶尺蠖，连续诱杀两代雄蛾防效达到 67.2%，长期使用该技术的防效接近化学农药，大面积连片使用效果更佳。应根据目标害虫选择相应种类的性诱剂，配合船型诱捕器、粘板使用。根据往年害虫发生量，每公顷均匀悬挂船型诱捕器 30~60 个，诱捕器高于茶树蓬面 25cm，在越冬代成虫羽化前悬挂，直至害虫越冬。防治灰茶尺蠖、茶尺蠖时，诱捕器悬挂时间为 3-11 月；防治茶毛虫时，悬挂时间为 5-11 月。为保证诱杀效率，诱捕器需及时更换粘板，每 3 个月更换 1 次性诱芯。

2.黄红双色诱虫板

主要用于防治茶小绿叶蝉、黑刺粉虱、茶蚜等茶园主要刺吸害虫。红色驱避天敌，黄色引诱害虫，相较于传统黄色诱虫板，黄红双色诱虫板降低天敌误杀量达 35.4%，且不影响对叶蝉的捕杀。防治茶小绿叶蝉在春茶结束修剪后和 9 月放置色板；防治黑刺粉虱在春茶期和 9-10 月放置色板。春茶结束修剪后放置黄红双色诱虫板，可使茶小绿叶蝉第一高峰的虫口下降 58%。每公顷均匀悬挂 375 张色板，色板朝向平行于茶行，其下沿位于茶蓬上方 20cm。放置 2~3 周后，拆除色板并妥善处理，以防污染茶园环境。

3.窄波 LED 杀虫灯

针对茶小绿叶蝉、灰茶尺蠖、茶尺蠖、茶毛虫等茶园主要害虫，设计诱虫光源光谱，可极大减少对天敌的误杀；同时配备负压捕虫装置，极大增加对小型害虫的捕杀能力。窄波 LED 杀虫灯相较于频振式杀虫灯叶蝉诱杀量提升明显，降低天敌误杀量 56.8%，可使距灯 20m 范围内的叶蝉虫口下降 35.6%~50.5%。大面积、连片使用效果更佳。平地茶园每 1.2 公顷放置 1 台窄波 LED 杀虫灯为宜，山地茶园需适当提高放置密度。注意地形地貌对杀虫灯的遮挡，合理布点安装。灯管下端高于茶蓬 40~60cm。3 月上旬开启电源，11 月下旬关闭电源。为避开夜间天敌昆虫活动高峰，杀虫灯根据日落时间每日自动工作 3 小时。定期清理虫兜。此外，该灯可接入物联网，可通过手机远程控制与监测。

4.茶棍蓟马聚集信息素增效剂

该增效剂可改变蓟马行为与药液沉积状态，大幅度减少防治茶棍蓟马的用药量。增效剂有效成分用量为 1.6 g/hm^2。使用时先将其与防治药剂混匀，再兑水稀释喷雾。加入该增效剂，可减施虫螨腈、乙基多杀菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐等化学农药 70%，减施天然除虫菊素、多杀菌素等生物农药 50%。

5.高效安全防治药剂

当灰茶尺蠖、茶毛虫等鳞翅目害虫的虫口超过防治指标时，推荐使用短稳杆菌、昆虫病毒杀虫剂等高效生物农药和虫螨腈、联苯菊酯等高效低水溶性化学农药。病毒制剂适宜在 4、5、10 月使用。当茶小绿叶蝉、茶棍蓟马、害螨等吸汁害虫虫口超过防治指标时，推荐使用天然除虫菊素、茶皂素、印楝素、矿物油等植物源、矿物源农药和双丙环虫酯、虫螨腈、茚虫威、唑虫酰胺等高效低水溶性化学农药；可通过合理混用提高生物农药的防治效果。注意药剂轮换，严守安全间隔期。此外，为降低饮茶者摄入农药的风险，不建议使用吡虫啉、啶虫脒、呋虫胺、噻虫嗪、噻虫啉、噻虫胺、氟啶虫酰胺、烯啶虫胺、氯噻啉等高水溶性化学农药。

（二）配套技术

通过秋冬季深翻、石硫合剂封园、合理修剪勤采等良好农艺措施，减少茶园害虫种群数量。其中，石硫合剂封园要在秋冬季气温不低于 4℃时进行，每亩用水量需达 70~75L，将全园喷透，对次年春季病害、螨害均有较好的防效。

四、技术示范推广情况

（一）五峰土家族自治县茶园害虫绿色精准防控应用

湖北省五峰县从2021年起在有机茶园、欧标茶园、生态低碳茶园建设绿色精准防控基地6.5万亩，综合运用窄波LED杀虫灯、性诱剂、黄红双色诱虫板等技术进行害虫防控。2021-2024年，绿色精准防控基地茶树病虫害损失率低于5%，核心示范区病虫害防控率达到100%，减少化学农药施用量50%以上。同时，绿色精准防控基地茶叶质量安全合格率达100%，带动茶农增收5%~10%。

（二）古丈县茶园害虫绿色精准防控应用

湖南省古丈县自2019年开始示范推广茶园害虫绿色精准防控技术，综合运用窄波LED杀虫灯、性诱剂、黄红双色诱虫板等技术进行害虫防控。近3年绿色精准防控技术集成应用超11.7万亩，将示范区内病虫害控制在防治阈值以下，农药减施率为42%，平均节本增收707~821元/亩，获得良好的经济效益、生态效益和社会效益，在古丈县脱贫攻坚与乡村振兴中作出重要贡献。

五、技术依托单位

中国农业科学院茶叶研究所

联 系 人：蔡晓明

联系电话：15990020770

电子邮箱：cxm_d@tricaas.com

叶色白（黄）化品种茶园生态低碳管理技术

一、适宜区域

适用于叶色白（黄）化茶树品种栽种区域。

二、适用作物

叶色白（黄）化茶树品种。

三、技术要点

叶色白（黄）化品种茶园生态低碳管理技术的核心为增产提质技术，包括树冠培育技术、施肥技术、土壤培育技术、主要害虫防控技术和配套技术。

（一）树冠培育技术

1.幼龄茶树定型修剪：幼龄茶树做好3次定型修剪，培养骨架，塑造树型。第1次定型修剪高度以离地面15~20cm为宜；第2次在上次剪口上提高10~15cm修剪；第3次修剪在上次剪口上提高10~15cm修剪。

2.成龄茶树修剪：成龄茶树春茶结束进行重修剪（离地40~50cm处剪）。修剪后如茶树生长过旺（夏梢枝条超过50cm），于7月上中旬（避开高温干旱时期）在上次剪口提高15~20cm进行二次修剪。茶树进入休眠后，无冻害区域在10月下旬至11月上中旬进行轻修剪（剪去树冠顶部3~5cm未成熟枝叶）。

（二）施肥技术

1.基肥：茶园基肥时期（一般10~11月，具体根据当地气候而定，茶树进入休眠后施肥），亩施施菜籽饼肥100~150kg或畜禽粪肥150~200kg+茶树专用肥（$N:P_2O_5:K_2O$=18:8:12，或相近配方）20~30kg，撒施后结合机械深耕15~20 cm或者直接使用施肥耕作一体机。根据需要茶树进入休眠后可叶面追肥（可选用氨基酸叶面肥和腐植酸叶面肥等），采用静电喷雾器或植保无人机在初冬季喷施两次（11月中下旬喷施1次，间隔1周后再喷1次）。

2.春茶追肥：春茶开采前40~50天，亩施尿素5~6kg，撒施后结合机械浅耕5~10cm。根据需要可叶面追肥（可选用氨基酸叶面肥和腐植酸叶面肥等），采用静电喷雾器或植保无人机，在早春季喷施两次（春梢萌发前，一般为2月上中旬喷施1次，间隔1周后再喷1次）。

3.夏茶追肥：春茶结束，亩施尿素5~6kg，撒施后结合机械浅耕5~10cm。

4.秋茶追肥：根据茶树生长情况，可在夏茶结束，亩施尿素5~6kg，撒施后结合机械浅耕5~10cm。（如茶树长势旺，可以不施肥。）

（三）土壤培育技术

1.土壤酸化改良技术：对土壤pH<4.0的茶园，进行土壤酸化改良，结合基肥时期，亩施土壤酸化改良剂100~200 kg，均匀地撒施于茶行间，配合机械旋耕与土壤混合。当土壤pH提高到4.5~5.0时停止使用酸化改良剂。

2.土壤结构改良技术：对于土壤板结茶园，结合基肥时期，亩施生物质炭 100~200kg，均匀地撒施于茶行间，配合机械与土壤混合。

3.绿肥间作技术：叶色白（黄）化茶树品种茶园覆盖度低、裸露面积大，可以种植绿肥，如鼠茅草，既能增加土壤有机质，提升土壤质量，还能抑制杂草，减少农药使用。基肥施用后进行土壤平整，茶行间均匀亩播撒鼠茅草种子 1~2kg，覆盖薄土 1~2 cm，播后如遇长期干旱需适当灌溉，防止草籽吊干，保证种子发芽率。苗期亩追施尿素 5~6kg 以促进鼠茅草生长。结籽后倒伏枯死，第 2 年可根据出苗情况进行补播。

（四）主要害虫防控技术

1.茶尺蠖/灰茶尺蠖防控技术：3 月初悬挂性诱捕器、4~5 月喷施尺蠖核型多角体病毒压低虫口数量；7~9 月尺蠖高发期，利用短稳杆菌、甲维盐等高效安全农药进行应急防控。

2.茶小绿叶蝉防控技术：4~5 月茶树修剪后，悬挂红黄双色诱虫板，压低虫口数量；6~7 月、9~10 月的叶蝉发生高峰，喷施双丙环虫酯、虫螨腈、唑虫酰胺等高效低水性化学农药进行应急防控。

（五）配套技术

1.夏季遮荫和冬季保温技术：叶色白（黄）化品种茶树幼龄期抗逆性差，夏季搭建遮阳棚、种植高中杆绿肥等遮荫

措施防止叶片遭受阳光灼伤。冬季行间铺秸秆、树体覆膜等保温措施防止低温冻害。

四、技术示范推广情况

该技术依托十三五国家重点研发计划项目“茶园化肥农药减施增效技术集成研究与示范”（2016YFD0200900）、现代农业产业技术体系建设专项资金（CARS-19）等进行研究示范推广应用，最早应用时间为2016年。研究的技术形成了技术模式、建立了技术规程、出版了口袋书，联合基层技术推广部门等力量，通过培训、发放资料等形式进行推广应用。截至目前，在浙江、江苏、贵州、四川等省份累计推广20万亩以上，与习惯管理措施相比，优化氮磷钾配方（提高氮肥用量、降低磷钾肥用量）、化学农药减施40%以上，茶园管理效率提高5倍以上，降低人工成本40%以上，节本增收超过1000元/亩，经济、社会和生态效益显著。

（一）白叶1号茶园生态低碳管理技术应用

2016~2025年联合浙江省安吉县农业农村局，中国农业科学院茶叶研究所在浙江省安吉县茶园进行“白叶1号茶园生态低碳管理技术”研究与应用，主要应用内容包括了树冠培育技术、施肥技术、土壤培育技术和主要虫害绿色防控技术，土壤质量明显提升，茶树生产势明显改善，累计应用面积超过7万亩，化学农药减施60%，茶叶增产8%，节本增收超过1000元/亩，获得了良好的经济、生态、社会效益。

（二）中黄1号茶园生态低碳管理技术应用

2016~2025 年联合浙江省天台县特产技术推广站，中国农业科学院茶叶研究所在浙江省天台县茶园进行“中黄 1 号茶园生态低碳管理技术”研究与应用，主要应用内容包括了树冠培育技术、施肥技术、土壤培育技术和主要虫害绿色防控技术，土壤质量明显提升，茶树生产势明显改善，累计应用面积 3 万亩，化学农药减施 70%，茶叶增产 9%，节本增收超过 1400 元/亩，获得了良好的经济、生态、社会效益。

五、技术依托单位

（一）中国农业科学院茶叶研究所

联 系 人：马立锋、阮建云

联系电话：0571-85270602

电子邮箱：malf@tricaas.com

（二）全国农业技术推广服务中心

联 系 人：冷杨

联系电话：010-59194502

电子邮箱：lengyang@agri.gov.cn

北方粳稻区主要病虫草综合防控技术

一、适宜区域

北方稻区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

北方粳稻区主要病虫草综合防控技术，以做好病虫草害监测预警工作为前提，实现精准防控；本着“化学农药减灾、生物农药减害”原则，优先使用生物农药，在重大病虫害发生时使用化学农药“保底”，确保粮食稳产、追求防控的绿色高效与有益生态环境。防控工作按时间分为播种前、苗床期和本田期3个阶段进行。

（一）播前

水稻恶苗病和干尖线虫经由种传，会在本田期显症并造成严重为害，需严格做好种子处理工作。

（1）选择无病留种田，育苗及运输时做好与陈年稻草及秸秆等杂物的隔离。

（2）药剂处理：针对水稻恶苗病，选用氰烯菌酯、噁霉灵、咪鲜胺浸种，充分翻动，有效积温达到100℃；为兼防水稻干尖线虫，在水稻浸种结束前2天，加入氟啶·戊·杀螟，搅拌均匀，使药剂与种子充分接触。浸种结束后用清水冲洗1次。

（二）苗床期

针对水稻立枯病，育苗前土壤需要调节 pH 为 4.0~4.5;苗床出苗后要及时通风,苗床温度不超过 30℃,强调旱育苗，避免过度浇水。做好苗前保温、出苗后控温、插秧前练苗。在两叶一心期、移栽前使用甲霜˙噁霉灵，按照说明配制适宜浓度药液在清晨时施用。

苗床播种后浇透水，使用除草剂（60%丁草胺乳油 1800mL/hm^{2}或 50%禾草丹乳油 4500mL/hm^2）封闭灭草。2.5 叶后田间若仍有杂草，按说明施用灭草松等除草剂。

（三）本田期

针对本田期发生的稻瘟病、纹枯病、稻曲病、白叶枯病、二化螟和主要杂草稻稗、野慈姑等，宜采取统防统治措施。

加强栽培管理。春季插秧前，打捞纹枯病菌核及稻草残渣并深埋。合理施用氮肥，避免稻谷贪青倒伏及促发病害;氮、磷、钾肥均衡施用，补充硅肥。

主要病害发生监测预警:稻瘟病在北方稻区以本田期发生叶瘟、穗颈瘟为主，达到监测预警防控阈值需抓紧防控。利用稻瘟病菌捕捉装置或感病指示品种（如丽江新团黑谷或蒙古稻，均高感稻瘟病）监测病情，当指示品种叶片出现急性病斑（每视野有 3 个病班）或孢子捕捉器单日或连续 3 日捕获 10 个稻瘟病菌分生孢子（每 100 倍显微镜视野）时，确定达到田间稻瘟病防控阈值。水稻分蘖末期纹枯病病株率达到 20%或病斑高度达到 20cm 以上时需要采取防控措施。

水稻白叶枯病在田间发现中心病株时需采取航化防控措施。

防控药剂的选择：针对稻瘟病，肟菌·戊唑醇、稻瘟灵、芽孢杆菌类制剂为特效药；针对纹枯病，井冈霉素、芽孢杆菌类制剂为特效药；针对稻曲病，井冈霉素、肟菌酯特效；针对水稻白叶枯病，噻菌铜、噻唑锌特效。

根据病害的发生程度，可侧重单防，也可统防：孕穗期或抽穗前后可选择三环唑、春雷霉素、戊唑醇、吡唑醚菌酯、噻菌铜、噻唑锌等的一种或几种，按照说明施用，实现水稻主要病害一体化和轻简化防控目标。

杂草防控可采取本田期除草“一封二杀”技术。前期封闭用 55%吡嘧磺隆·西草净·扑草净可湿性粉剂于水稻移栽后 7~10 天以药土法均匀撒施，可防除水稻田大部分一年生杂草。如田间抗性杂草野慈姑、雨久花、泽泻较多，可在杂草 2~5 叶期至花期施用 3%氯氟吡啶酯乳油，该药具有传导功能，可抑制抗性杂草再生。如田间稻稗发生量较大，可在水稻分蘖中后期施用 39%敌稗 · 异噁草松乳油，茎叶喷雾防效高。针对芦苇、三棱草，可在开荒时施用草甘膦、草铵膦等广谱灭生性除草剂。

为满足无公害或绿色大米生产需求，针对稻瘟病、纹枯病、稻曲病和二化螟防控，可喷施枯草芽孢杆菌、释放赤眼蜂。枯草芽孢杆菌对水稻主要病害稻瘟病、纹枯病、稻曲病的病原菌表现广谱抑菌作用，可以适时施用。在确保航化作业分行喷洒农药标准条、无阳光直射、温度 30℃以下、风级

2 级以下、无人机 1.5m 以下作业。每公顷稻田用 100 亿芽孢水剂 1L，兑水 9L 后喷雾；或按产品说明书施用。

诱捕器监测预警与诱捕：当田间二化螟首次出现时，安放装有性诱剂诱芯的诱捕器，至末代蛾期结束为止。平均每公顷设置 15 个诱捕器。水稻拔节期之前，诱捕器底端距地（水）面 0.5m，拔节期之后，诱捕器底端位于叶冠层下方 10cm 至上方 10cm 之间。按照说明书要求，将诱芯安装稳固。

根据田间二化螟性诱监测结果，当出现二化螟蛾羽化高峰期（诱捕器平均每天捕获 5 头雄性二化螟）时，开始首次释放赤眼蜂。释放时间宜选择上午 9 时前或下午 4 时以后。每次释放稻螟赤眼蜂 9 万头/hm^2，释放 3 次。释放器可直接投入田间，每次投放蜂球 90 个/hm^2，均匀投放。每个释放器含蜂种及数量不低于如下指标：稻螟赤眼蜂 1000 头、螟黄赤眼蜂 1500 头、松毛虫赤眼蜂 2500 头。

（四）注意事项

1.稀释药剂时用清水，二次稀释，施用剂量遵照说明书，兑水后尽可能当时施用完毕。2.对叶面喷雾时建议在药液中加入助剂，提高药液扩散均匀度和附着效果，避免重喷或漏喷。3.及时清理二化螟诱捕器中死虫，适时调整诱捕器高度。4.释放赤眼蜂防控二化螟提倡大面积连片应用。

五、技术示范推广情况

吉林省水稻种植面积约 1200 万亩，上述技术已连续 3 年被列为吉林省农业主推技术。植物保护工作对水稻丰产贡

献率为 19.46%~42.11%，吉林省现代农业科技示范基地核心示范区吉林市万昌镇吴家村“禾谷丰水稻种植合作社”，自 2020 年起每年开展该技术的应用展示，展示面积超过 260 公顷：在精准测报的前提下，优先使用生物农药，精准用药，极大降低了植保工作人力、物力、财力支出，病虫草害得到有效控制，对水稻安全生产起到保驾护航作用；采取生防措施降低了化学农药的残留及其对生态环境的影响，提升了稻米的质量和价格，对于宣传、打造品牌起到积极作用。

该技术在吉林省白城市、松原市、吉林市、四平市、长春市、通化市等水稻种植区得到广泛的推广应用。为确保水稻稳产、提速迈进“千亿斤”粮食目标发挥了重要作用。该技术也适用于黑龙江省、辽宁省、内蒙古自治区等北方水稻种植区。

总之，针对水稻种传病（虫）害恶苗病、干尖线虫，苗床期立枯病，本田期稻瘟病、纹枯病、稻曲病、二化螟，以及苗床期和本田期的田间杂草，划分不同阶段的防控目标；优选健康种子，结合栽培、耕作等农艺措施，优先使用生物农药枯草芽孢杆菌、白僵菌，释放赤眼蜂，合理使用高效低毒化学农药，结合病虫测报预警信息，简单明了并精准地提供防控时空操作方案、技术内容及参数指标；以覆盖北方粳稻全生育期重要病虫草害防控为导向，实现水稻主要有害生物一体化、轻简化及绿色防控目标。

六、技术依托单位

（一）吉林省农业科学院（中国农业科技东北创新中心）

联系地址：吉林省长春市生态大街 1363 号

邮政编码：130124

联 系 人：王继春、朱峰、周淑香、刘煜财

联系电话：13630987187、13694011851

电子邮箱：wangjichun@jaas.com.cn

（二）吉林省农业技术推广总站

邮政编码：130021

联 系 人：张振铎、史宏伟、陈立玲

联系电话：13180880799、13086888906

电子邮箱：zzduo123@163.com

水稻二化螟性信息素诱控与混合赤眼蜂生物防治技术

一、适宜区域

吉林省水稻种植区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

水稻二化螟性信息素诱控技术与混合赤眼蜂防治水稻二化螟技术。

（一）水稻二化螟性信息素诱控技术

放置时间：水稻二化螟越冬代成虫羽化前5天左右（吉林省历年为5月25日至6月5日），在田间安放装有挥散芯的诱捕器，至末代蛾期结束为止。放置方法：平均每亩安放1个装有挥散芯的干式诱捕器，外密内疏，上风口多，下风口少。山地、丘陵稻田根据地形特征，在上风口、背风、低洼和靠近村屯田块可增加放置数量。放置距离：诱捕器间距25~30m，干式诱捕器与地面垂直，水稻生长前期诱捕器底端距地面50cm，随植株生长进行调整，拔节期后诱捕器底端位于叶冠层下方10cm至上方10cm之间。

（二）混合赤眼蜂生物防治水稻二化螟技术

释放混合赤眼蜂防治水稻二化螟，应选择最佳时期、有效蜂种，标准化操作。一是监测发育进度。基于对水稻二化

螟的测报掌握其生长发育进度。在 5 月中下旬，根据当地水稻二化螟监测数据，结合历年越冬代二化螟羽化高峰期，确定首次放蜂时间。二是确保产品质量。每亩 6 个混合赤眼蜂放蜂器，共 3 万头。每个放蜂器中含有稻螟赤眼蜂 0.1 万头、螟黄赤眼蜂 0.15 万头、松毛虫赤眼蜂 0.25 万头。要采购田间平均防效达 65%以上的赤眼蜂产品，严禁使用不合格或未经试验示范的产品。三是规范防控技术。释放时间：中、西部地区首次放蜂时间一般为 6 月中旬左右，东部地区可适当延迟至 6 月下旬。释放次数和释放量：每亩释放 3 次，间隔 5 天释放 1 次。每亩共释放稻螟赤眼蜂 0.6 万头、螟黄赤眼蜂 0.9 万头、松毛虫赤眼蜂 1.5 万头。释放点设置：每亩每次 2 个投放器，平均分布于田间。四是做好数据调查。实施区域要在上风头地块留出种植品种、生长环境、栽培措施相同的空白田块作为调查的对照田块。在水稻收获前，剖秆调查稻株受害情况，计算田间防效；采用理论测产法，进行测产验收。

四、技术示范推广情况

典型应用案例 1：梅河口市混合赤眼蜂防治水稻二化螟

在辉发河流域内水稻主产区规模化种植程度较高、绿优米生产集成度高的 13 个乡镇开展混合赤眼蜂防治二化螟，示范面积 10 万亩。6 月 29 日首次放蜂，间隔 5 天放蜂 1 次，共放蜂 3 次。9 月末对防效和产量进行调查验收，平均防效达到 73.19%，平均每亩挽回粮食损失 25kg，全市共挽回粮

食损失 252 万 kg，新增产值 757 万元，除去投入成本 150 万元，纯增效益 607 万元，投入产出比 1∶4.05。应用混合赤眼蜂防治水稻二化螟成本低、效果好，不污染环境，符合绿色、有机稻米的生产要求，对提升稻米品质和品牌创建均有积极意义。

典型应用案例 2：双阳区赤眼蜂生物防治水稻二化螟

混合赤眼蜂生物防治水稻二化螟技术示范面积 2.5 万亩，在水源地一、二级保护区，整村整屯实施；资金 38 万元用于购买混合赤眼蜂及放蜂器；从 5 月 20 日起，田间设置诱捕器，对越冬代二化螟成虫进行诱捕。根据监测结果，确定首次放蜂时间为 6 月 16 日，第 2 次放蜂时间为 6 月 21 日，第 3 次为 6 月 26 日。在放蜂区调查 2 个乡镇 4 个村的 12 块田 1200 穴，调查总株数 24120 株，虫伤株为 564 株，虫伤株率为 2.34%，对照区调查 1 个乡镇 2 个村的 6 块田 600 穴，调查总株数 11940 株，虫伤株为 1020 株，虫伤株率为 8.54%，校正防效为 72.60%。赤眼蜂防治水稻二化螟验收测产采用理论测产法。防治区水稻平均亩产 652.38kg，对照区平均亩产 625.53kg，亩挽回水稻 26.85kg，防治区 2.5 万亩共挽回水稻 67.13 万 kg，水稻价格按 3 元 / kg 计算，新增产值 201.38 万元，亩投入 15 元，总投入 38 万元，纯增收益 163.38 万元，投入产出比 1∶4.3。

典型应用案例3：水稻二化螟性信息素诱控技术在吉林省应用情况

2022年示范面积56.08万亩，平均防效为67.3%，平均亩挽回水稻产量损失28.13kg，全省共挽回1577.32万kg，新增总产值4467.27万元，纯增收3166.22万元；2023年示范面积62.2万亩，平均防效为69.82%，平均亩挽回产量损失29.51kg，全省共挽回1835.38万kg，新增总产值5581.51万元，纯增收4149.42万元；2024年示范面积60万亩，平均防效为69.85%，平均亩挽回产量损失28.82kg，全省共挽回1779.33万kg，新增总产值5089.74万元，纯增收3649.47万元。

五、技术依托单位

长春市九台区植物保护检疫站、榆树市农业技术推广服务中心、德惠市农业技术推广中心、长春市双阳区农业科学技术推广站、农安县植物保护植物检疫站、公主岭市植检植保站

联 系 人：薛争

联系电话：0431-85952582

电子邮箱：jilinfangzhike@163.com

大豆大垄台田缩行距密植栽培技术

一、适宜区域

黑龙江省第三积温带。

二、适用作物

大豆。

三、技术要点

针对东北白浆土大豆产区土壤保墒能力差、肥料利用率低、水土流失严重、作物生长障碍、产量低而不稳等问题，研究形成大豆 130 cm 大垄台田密植栽培新技术。该技术通过以“大垄台田缩行距增密”为核心，提高了播种密度和质量，增强了抵御春季低温、夏季旱涝灾害能力，光能利用效率提高。前茬作物秋季收获后抛撒粪肥、灭茬深松翻耕，促进了土壤有机物的转化，有效降低土壤容重、增加土壤孔隙度、改善土壤结构。通过秋起高标准高台大垄，有利于保墒增温，增加松软土层厚度。基于定位定量分层施肥技术使化肥在土壤中分布更合理，符合作物生长期肥料需求，提高化肥利用率。根据播后苗前墒情适时开展盲耕深松作业，实现 15、25、35 cm 分层盲耕，达到深松放寒、提高地温的目的，增加了土壤通透性。集成与创新化学防控和减损收获技术，农药施用量降低，收获综合损失率 ≤2%。通过大豆大垄台田缩行距密植栽培技术，有利于推动土壤生态系统的恢复和保育能力，实现东北白浆土地区大豆增产稳产。

（一）深松灭茬秋整地，秸秆粪肥双还田

耕深至35 cm以上，打破犁底层，提高土壤蓄水能力。前茬玉米收获后留茬高度≤18 cm，秸秆粉碎长度≤10 cm，粉碎翻耕还田。科学确定粪肥还田量，实现有机肥替代化肥。秸秆粪肥双还田后进行翻地作业，翻地耕深为28~35 cm，以不出生土层为准，耕深一致，逐年加深耕层。。

（二）大垄台田密植，分层定量夹肥

应用GPS导航起130 cm标准高台，台面宽90 cm、垄高20~22 cm。台上种植两个小双行，小双行行距12.5 cm，双行中心距离35 cm，确保一次播种保全苗，减少机械损伤，保苗率达到99%。播种前进行分层夹肥作业，施肥量15~20 kg/亩，第1层占肥料总量1/3，施肥深度12 cm，种侧6.25 cm;第2层占肥料总量的2/3，施肥深度18 cm。使化肥在土壤中分布更合理，符合作物生长期肥料需求，提高化肥利用率。

（三）品种选择及种子处理

品种选择。优选适合本地区种植具有熟期适宜，优质高产，抗逆性强，耐密植的品种，亩保苗在 2.2 万~2.4 万株。

精选分级。播前对种子进行机械分级精选，剔除病粒、小粒和不完全粒，粒型均匀一致。

种子包衣。种衣剂使用精甲·咯菌睛或阿维·多·福悬浮种衣剂，在使用时加入噻虫嗪和钼酸铵，防治土传病害和虫害。在大豆播种前或播种时接种大豆根瘤菌并进行微肥拌种。

（四）播前准备

播前镇压。压实种床，平整垄体，保证播深一致，苗齐、苗匀、苗壮。

（五）适时早播

在4月中下旬便可播种，避开5月低温多雨天气，播种遵循三“看”原则，一“看”3个5，即地表下5cm土层日平均地温连续5天稳定通过5℃；二“看”土壤墒情，土壤相对含水量要低于65%；三“看”未来3天天气预报，无降雨降温。

（六）合理密植

应用精密播种机实现精量点播,推荐种植密度2.2万~2.5万株/亩。控制播深与播速。播速6~8 km/h，播深3~3.5 cm，确保匀度、精度。

（七）盲耕深松，分层中耕

盲耕深松。播种后出面苗前垄沟应用三层中耕深松机，15、25、35 cm分层深松，深松放寒，提高地温，增加土壤通透性。加装深松装置对垄台进行深松，打破土壤板结。

分层中耕。大豆全生育期中耕3遍，15、25、35 cm分层中耕。第1遍安装护苗器防止大土块压苗，加装碎土辊起到碎土封墒的作用；第2遍加装异型尺，起到垄侧撤土的作用；第3遍加装分土板，垄台上加装碎土盘和深松钩，破开台面表土，并向大豆根部培土形成碰头土，促生新根，起到深松蓄水、除草壮苗的作用。

（八）化学除草

封闭除草。播后苗前土壤封闭灭草，根据土壤有机质含量，选择安全高效除草剂，防止对苗造成药害。推荐药剂配方: 75%噻吩磺隆水分散粒剂 3g/亩+96%异丙甲草胺乳油 110 mL/亩。

苗后除草。阔叶除草剂和禾本科除草剂错期喷施，防止药剂拮抗，提高除草药效，减轻作物药害。推荐配方:大豆 1 片复叶完全展开期喷施 25%氟磺胺草醚水剂 100 ml/亩+48%灭草松水剂 100 ml/亩,间隔 7 天喷施禾本科除草剂 24%烯草酮乳油 30-50 ml/亩。还可运用除草机器人实施物理除草，在有效清除杂草的同时，实现绿色种植。

（九）蹲苗壮苗

化控蹲苗。在大豆初花期根据作物长势情况进行 1~2 次的化控处理，以缩短植株节间长度，增加其抗倒伏能力。

壮苗防病。在大豆封垄前追施尿素及硫酸钾，全生育期进行叶面追肥 4 次以上，通过植株检测根据大豆需肥规律少量多次分时段进行喷施，同时预防病虫害发生。

（十）减损收获

秋收准备到位，确保颗粒归仓。制定并实施减损技术规范、加强减损培训、加快机具更新、储备抗灾机型、创新收获方式、开展机具改装、完善后勤保障、协调粮食收储，开展损失率检测等减损措施，使作物收获综合损失率⩽2%。

四、技术示范推广情况

八五五农场于2022年开展大豆大垄台田缩行距密植栽培技术示范推广，面积2万亩，平均亩产较2021年大豆常规种植技术措施平均亩产提升了50kg，新增产量1000t，亩增加经济效益270元（5.4元/kg）；2023年在全场范围内进行推广，面积19万亩，亩产提升32.5kg，新增产量12350t，亩增加经济效益299元（4.6元/kg）；2024年继续保持100%推广应用，面积21万亩，亩产提升65kg，新增产量13650t，亩增加经济收益227.5元（3.5元/kg）。八五五农场以农业标准化提升为核心驱动力，以成熟可复制的大豆大垄台田缩行距密植栽培技术为重要支撑，保证了该技术的迅速推广应用，带动了全场大豆产量显著提升，实现企业增效，农民增收。

五、技术依托单位

（一）北大荒集团黑龙江八五五农场有限公司

联 系 人：于文

联系电话：13796422646

电子邮箱：1271670176@qq.com

（二）东北农业大学

联 系 人：闫超

联系电话：13069879581

（三）黑龙江八一农垦大学

联 系 人：张玉先

联系电话：13836962211

东北地区春大豆田杂草精准防控技术

一、适宜区域

黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古等东北春大豆产区。

二、适用作物

春大豆。

三、技术要点

监测大豆田杂草优势种群、危害程度和杂草抗性水平，针对性筛选高效低风险除草剂及配方，集成大豆田杂草精准防治技术。

（一）杂草种群构成与危害监测

通过调查大豆田杂草种类，监测群落分布和演替变化，明确了我国东北地区大豆田阔叶杂草主要有反枝苋、藜、铁苋菜、鸭跖草、苣荬菜、苘麻、马齿苋、打碗花等，禾本科杂草主要有稗草、狗尾草、马唐、野黍等，莎草科杂草有香附子、异型莎草等。其中，反枝苋、藜在东北春大豆产区分布广、抗药性强，防控不及时会造成大豆减产。铁苋菜、鸭跖草、苣荬菜仍为难防除的重发杂草，要重点关注以上杂草的防除工作。

（二）杂草防控策略精准

以减轻药害和降低除草剂选择压力为核心开展精准化除。采用“一封一杀、注重封闭”策略，播后苗前用乙草胺

（或异丙甲草胺、精异丙甲草胺）+噻吩磺隆（或扑草净、嗪草酮、唑嘧磺草胺）进行土壤封闭处理。在大豆真叶期至3片复叶期、杂草2~4叶期选用氟磺胺草醚、灭草松、三氟羧草醚、乙羧氟草醚、氯酯磺草胺等药剂防治反枝苋、藜、鸭跖草、苍耳等阔叶杂草。在初花期前选用烯草酮、精吡氟禾草灵、高效氟吡甲禾灵、精喹禾灵等药剂防治稗草、狗尾草等禾本科杂草。施用茎叶除草剂出现药害的，可及时喷施碧护、赤霉酸等植物生长调节剂。

（三）抗药性杂草种类与抗性水平监测

连续多年对大豆主产区开展反枝苋、藜等优势杂草对田间常用除草剂的抗性监测，发现在黑龙江北部地区，60%以上的反枝苋种群对氟磺胺草醚产生了抗性，抗性以中等至高水平为主，其中黑龙江嫩江、内蒙古阿荣旗反枝苋种群对氟磺胺草醚为高水平抗性，抗性指数超过50倍；狗尾草种群对烯草酮抗性以敏感至中等水平为主，对精喹禾灵处于敏感状态；马唐种群对烯草酮抗性以敏感至低水平为主，其中内蒙古科右前旗种群处于低水平抗性，抗性指数为3.3倍，对精喹禾灵处于敏感状态。对敏感和低水平抗性杂草区域可继续使用监测药剂进行防控，中等水平和高水平抗性区域要使用复配剂或轮换使用其他作用机理的药剂（如选择双氯磺草胺、苯嘧磺草胺等药剂替代氟磺胺草醚，大范围用药前需进行小区试验）进行防控。通过靶标酶基因克隆和测序，明确了靶

标酶基因突变是反枝苋、藜等杂草对除草剂产生高水平抗性的主要原因。

表 1　杂草抗药性水平分级标准

抗药性水平分级	评价参数	分级依据
低水平	1.0＜抗性指数⩽3.0	
中等水平	3.0＜抗性指数⩽10.0	NY/T 3688—2020
高水平	抗性指数＞10.0	

四、技术示范推广情况

本项目区大豆实现了连续 3 年增产增收，辐射面积逐年扩大。2020~2023 年，在黑龙江、内蒙古等省（自治区）累计示范推广 1000 万亩以上，通过黑龙江植保网络大讲堂及各地田间现场会等方式，累计举办大豆田杂草科学防控技术培训班 100 期以上，发放技术资料 2 万份以上，培训基层植保技术人员和种植大户 5 万人次以上。主体技术要点被其他省区借鉴应用，综合效益显著。

五、技术依托单位

（一）全国农业技术推广服务中心

联 系 人：张帅、王云鹏

联系电话：010-59194770

电子邮箱：zhangsh2007@agri.gov.cn

（二）中国农业科学院植物保护研究所

联 系 人：黄兆峰

联系电话：010-62815937

电子邮箱：huangzhaofeng@caas.cn

（三）黑龙江省植检植保站

联 系 人：宋显东

联系电话：0451-82323754

电子邮箱：hljyaoxie@126.com

玉米密植精准调控高产技术

一、适宜区域

黄淮海夏播玉米区。

二、适用作物

玉米。

三、技术要点

（一）合理铺设滴灌管道

该技术是玉米密植增产农艺技术与滴灌水肥一体化农艺工程技术的结合，需要根据地块条件进行科学的主管、支管和毛管的铺设。根据水源位置和地块形状选择适合的主管道铺设方法和支管的铺设形式，提高滴灌作业速度与质量。

（二）科学选种，合理密植

选择株型紧凑，穗位适中，抗倒抗逆性强，耐密性好，穗部性状好的中秆、中穗、增产潜力大、熟期适宜、适合机械籽粒直收的品种。根据产量目标及管理水平，合理增加种植密度至 5000~6000 株/亩。

（三）宽窄行配置，导航精量播种

小麦秸秆量大的田块，播种前要求灭茬。选用高质量的精量播种机，加装铺设滴灌带装置，采取导航播种，播种、施种肥和铺设滴灌带一次作业全部完成，作业速度不超过 8km/h。

行距采用 40cm+（70~80）cm 宽窄行配置，毛管直接铺

设在窄行内地表，铺设完成后应立即连接滴灌带灌水，滴水齐苗的同时固定滴灌毛管。

精量点播，2.5~3.0kg/亩（或 5500~6500 粒/亩），播种深度 4~5cm，镇压紧实。播种时亩施氮肥（纯 N） 4kg、磷肥（P_2O_5）4kg、钾肥（K_2O）4kg，肥料施入种子侧下方 10cm 处，覆盖严密。

（四）密植群体保健栽培

1.滴水齐苗。播种后立即接通毛管并滴出苗水，达到出全苗、出苗整齐一致的目的。墒情较差田块亩滴水 20~30m^3，墒情较好的田块亩滴水 10~15m^3。

2.化控防倒。在 6~8 展叶期用玉米专用生长调节剂化控，控制茎基部节间伸长，促进根系下扎，增强植株抗倒伏能力。

3.病虫草害综合防控。通过种子精准包衣解决土传病害和苗期病虫害；植株 3~5 展叶进行化学除草；在大喇叭口期后及吐丝后各进行 1 次化防作业，喷洒杀虫、杀菌剂防治玉米螟、叶斑病、茎腐病和穗粒腐病。

（五）按需分次水肥精准运筹

1.精准灌溉。根据玉米需水规律进行灌溉，灌水周期和灌溉量依据不同生育时期玉米耗水强度及不同耕层最佳土壤含水量来确定。拔节期，土壤湿润深度控制在 0.4~0.5m，孕穗期土壤湿润深度控制在 0.5~0.6m。采用小灌量、高频次灌溉，把耕层土壤水分控制在田间合理持水量上下，提高产

量和水分生产效率。

2.精准施肥。根据玉米水肥需求规律，按照“磷肥深施、氮肥后移、适当补钾，氮肥少量多次”的肥料管理原则，基肥施入氮肥的 20%~30%；磷、钾肥的 50%~60%，其余做为追肥随水滴施，优先选用滴灌专用肥或其他速效肥，防止前期旺长及后期早衰，提高水肥利用率。整个生育期进行水肥管理 3~4 次：化控作业后 3~5 天进行第 1 次，亩施氮肥（纯 N） 3kg、磷肥（P_2O_5）2kg、钾肥（K_2O）3kg；大喇叭口期进行第 2 次，亩施氮肥（纯 N）3kg、磷肥（P_2O_5）1kg、钾肥（K_2O）2kg；抽雄吐丝期进行第 3 次，亩施氮肥（纯 N）3kg、磷肥（P_2O_5）1kg、钾肥（K_2O）2kg；吐丝后 15~20 天进行第 4 次，亩施氮肥（纯 N）2~3kg。作业时先滴清水 1 个小时然后滴肥，施完肥后再滴清水 1 小时。

3.抗逆减灾。夏玉米生长季节气候条件变化大，根据生长季节气候条件，适时调整水肥供应：干旱时灌水改善土壤墒情，高温时灌水降低冠层温度，水灾涝渍退水后以水带肥补充营养，均可有效缓解灾害损失。

（六）机械收获

生理成熟后收获，降低籽粒含水量，提高收获质量。可根据具体情况采取粒收或穗收，收获作业籽粒破碎率不超过 5%，产量损失率不超过 5%，杂质率不超过 3% 。收获后及时晾晒或烘干，以防霉变，提高产量和品质。

（七）回收管带与秸秆处理

1.回收管带。收获前应先清洗过滤网、主管和支管，并收回田间的主管和支管。收获后回收毛管。

2.秸秆处理。秸秆粉碎旋耕还田，秸秆量大的地块可将一部分秸秆打捆离田，避免造成表层土壤架空。

四、技术示范推广情况

河北磁县天道益农公司自2022年开始进行近玉米密植精准调控高产田建设及推广：2022年，试验示范推广玉米滴灌技术，由于技术掌握不到位，只用于给玉米植株提供水分、未发挥其以水带肥的功能，亩产量未突破700kg。2023年，在中国农科院作科所研究团队在磁县多次授课，指导在磁县小寨村南建立玉米密植精准调控高产技术示范田，全面实施玉米水肥一体化技术，播种密度6000株/亩，最后收获穗数5500穗/亩，实际亩产850kg。2024年，磁县大面积推广玉米水肥一体化，推广面积2万亩以上。在小寨示范地，由河北省玉米首席组织的专家组实收测产915.38kg/亩，创下了磁县夏玉米生产的最高纪录。2025年，中国农业科学院作物科学研究所与磁县人民政府签订的玉米单产提升工程项目，全面推动该项技术的应用，推广面积10万亩以上。根据前期理论测产结果，平均亩穗数在6000株左右，亩产量可达1000kg，增产增效显著。

3年来，河北磁县玉米密植精准调控高产田作为省市县技术集成展示窗口和田间教学基地，每年组织专家和技术员

开展技术培训、现场观摩等活动100场次以上，培训农民超过2000人次。随着玉米密植高产滴灌水肥精准调控技术的完善以及关键技术环节技术到位率的提升，亩产记录不断刷高，已经实现了黄淮海北部的“玉米吨粮田”。

五、技术依托单位

中国农业科学院作物科学研究所

联 系 人：谢瑞芝

联系电话：13699135766

电子邮箱：xieruizhi@caas.cn

小麦茎基腐病全程绿色防控技术

一、适宜区域

山东省及黄淮海地区冬小麦主要种植区。

二、适用作物

冬小麦。

三、技术要点

贯彻“预防为主，综合防治”的植保方针，采取“防+调+治”相结合的策略，关口前移，提早动手，从整地、播种环节即开始着手治理，协调应用农业、生物、化学等防治技术措施，抓住播种期和返青期两个关键时期，重点做好“一拌一喷”，即播前种子包衣拌种、返青期药剂防治，结合播种前“两提三适”，即提倡选用良种、提倡合理轮作，适当深翻、适期晚播、适深播种，做好全程防控，有效控制小麦茎基腐病发生为害。

（一）播种前“两提三适”。一是提倡选用抗（耐）病良种。选择推广抗（耐）小麦茎基腐病品种或抗逆性强的品种如济麦22等。二是提倡合理轮作。常年发病较重的小麦-玉米连作区，可根据当地实际，每隔2~3年将玉米与大豆、花生、蔬菜等作物进行轮作，切断菌源连续积累的途径。三是适当深翻。在小麦-玉米连作秸秆还田地块，收获玉米时，秸秆尽量打碎还田或机械化收集打捆离田；提倡2~3年深翻1次，播前土壤深翻约30cm，将表层秸

秆或残留物翻至土层下，压低病原菌基数。四是适期晚播。根据当地小麦茎基腐病发生情况，在适期内适当晚播。五是适深播种。播种深度 3~5cm，可降低出苗期病菌侵染率。

（二）播种期“一拌”。选用含有氰烯菌酯、三氟吡啶胺、丙硫菌唑、灭菌唑·戊唑醇、吡唑醚菌酯、苯醚甲环唑、咯菌腈等成分的药剂或多粘类芽孢杆菌 KN-03、枯草芽孢杆菌、氨基寡糖素、赤·吲乙·芸苔等生物菌剂、免疫诱抗剂、植物生长调节剂包衣或拌种。

（三）返青期“一喷”。选用含有氰烯菌酯、丙硫菌唑、咪鲜胺、吡唑醚菌酯、氟环唑、戊唑醇等成分的药剂兑水喷雾，重点喷淋小麦茎基部，喷足喷匀。整建制麦田可结合喷施生长调节剂，使用自走式喷杆喷雾机进行统防统治。

（四）起身拔节期。起身拔节期是茎基腐病、纹枯病等根茎部病害侵染扩展的高峰期，是药剂防治的最后关口，可在防治茎基腐病的基础上，混配阿维菌素、联苯菊酯、高效氯氰菊酯、抗蚜威、噻虫嗪等杀虫剂和氨基寡糖素、芸苔素内酯、赤·吲乙·芸苔等生长调节剂，防治麦蜘蛛、麦蚜、地下害虫和促进弱苗转壮。

（五）收获期。收获期秸秆还田时应进行充分粉碎或机械化收集打捆带至田外，重病田小麦秸秆不宜还田，也可用秸秆腐熟剂处理小麦根茬和病残体，加速秸秆分解，减少病菌积累；施用生物有机肥可改善土壤微生态环境，对病害具有一定防控作用。

（六）其他。增施有机肥，改善土壤理化性状；控制氮肥用量，适当增施磷钾肥和锌肥；追肥可采用水肥一体化技术，降低肥害几率；适期浇越冬水、返青水，低洼地区雨后及时排涝；干旱或涝洼易引发病害或加重病情，需及时浇水或排涝。

四、技术示范推广情况

2020~2025 年，青岛市农业技术推广中心联合各区市植保技术推广机构，通过试验示范和项目带动，在青岛市辖区内进行了相关技术的推广应用: 2021 年利用中央财政防灾减灾资金超过 90 万元，开展了播期种子包衣或拌种防治，全市示范面积 6.1 万亩；2022 年春季利用中央农业生产救灾资金 849 万元，实施春季返青起身期统防统治项目，全市实施面积 51 万亩，示范效果明显。2020~2025 年，小麦茎基腐病“一拌一喷两提三适”全程绿色防控技术在该市得到了大面积推广，6 年累计推广实施面积达 1260.7 万亩次，单位面积平均新增效益 51.88 元，5 年累计新增效益 6.54 亿元。

2021~2025 年，在青岛市即墨区蓝村街道绿色增粮先行示范区连续 4 年开展了小麦茎基腐病综合防治试验示范试验，累计试验示范面积 2600 亩。2023 年 6 月 2 日对各处理防效进行了调查，病情指数为 5.7~9.8，处理区防效在 80%左右，最高达到 86.9%，大大减轻了病害对产量的直接影响；6 月 18 日组织召开了现场观摩和产量实测，示范方较空白对照增产 57.9%，较农户自防区增产 18.8%。2023~2024 年和

2024~2025 年的年度试验示范中，防治效果分别达到了 77.32%和 75%，白穗率基本控制在 0.1%以内，实打实收亩产达到 650kg 以上。2025 年，蓝村绿色增粮示范区示范田实打亩产 886.9kg，创全市高产示范田单产历史最高纪录。

五、技术依托单位

青岛市农业技术推广中心、青岛农业大学、中国农科院植保所

联 系 人：王连刚

联系电话：0532-81707530

电子邮箱：qdnjzxzbc@qd.shandong.cn

鲜食甘薯优质高效生产技术

一、适宜区域

该技术适宜在京津冀甘薯种植区域推广，推广时要注意品种登记备案、育苗温度调控和机具安全操作等问题。

二、适用作物

甘薯。

三、技术要点

（一）技术概述

针对甘薯生产存在的品质差、效益低等问题，以“优质高效”为核心，集成并推广了多项关键技术：优质鲜食甘薯品种、健康种苗，新品种覆盖率提高70.0%以上，健康种苗覆盖率达到79.8%；全程机械化种植，种植作业效率提高5倍以上；病虫草害绿色综合防控，病虫害防效69.7%，亩减药0.4～1.3kg；定植期封闭除草与大田期茎叶除草联合防治“一封一防”技术，防效83.0%，农药减量35mL/亩（折百量）。安全贮藏技术，产后贮藏商品率提高8.5个百分点，出库率达85.0%以上。2016～2021年，该技术在北京累计示范推广10.42万亩，增产1687.4万kg，节本262.3万元，总增收9368.1万元，在河北廊坊和保定雄县示范推广20.1万亩，总增产7605.8万kg，新增效益19028.9万元。该技术相关成果荣获2019年、2022年北京市农业技术推广奖二等奖。

（二）技术要点

1.选择优质抗病鲜食甘薯品种

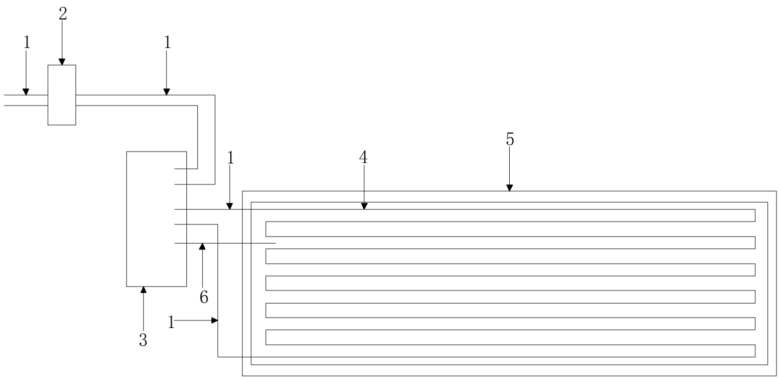
选用通过国家或省级登记、推广面积大且适宜本地生产条件的优质抗病品种，品种类型包括：烘烤型、蒸煮型、早熟型、特用高抗型甘薯品种。种苗选择无病、无虫，百株重≥450g健康甘薯种苗。

2.甘薯日光温室电热育苗床育苗

（1）技术（产品、集成模式）概述：甘薯育苗的日光温室电热育苗床，在充分利用自然阳光的光能的前提下，通过电热线进行辅助增温、控温仪控温，达到育苗节本增效目的。

（2）增产增效情况：绿色环保，温度易控，育苗时间缩短3～4天，繁殖系数提高5%以上。采用倒挂微喷灌水，节水1/3。

（3）技术（产品、集成模式）要点：日光温室电热育苗床，包括电源线1、漏电保护开关2、控温仪3、电热线4、感温探头6，其中育苗床5体中用电热线4铺设电热线层，电热线层中有感温探头，电热线通过电源线与控温仪相连，感温探头与控温仪直接相连，漏电保护开关与控温仪通过电源线连接。



3.一年制高代脱毒甘薯剪苗直插快繁

（1）技术（产品、集成模式）概述： 利用高代脱毒甘薯“蔓头苗”直插快繁技术，实现了脱毒甘薯种薯（苗）一年高效繁育。将传统的脱毒种薯（苗）三年制繁育（原原种（苗）—原种（苗）—生产种（苗））升级为一年制脱毒甘薯（苗）繁育（原原种（苗）—生产种（苗）)，当年高代种薯（苗）快繁可当年应用大田生产。其技术优势：①种苗上市早，可 3 月中旬上市，较常规育苗早 50 ~ 60 天；②繁殖系数高，增加 3 倍以上；③减少了脱毒甘薯多代留种繁育环节，省工 5 ~ 6 倍、增效 3 ~ 4 倍；④植株健壮，甘薯生产中田间缓苗快、结薯早、产量高等特点；⑤改多代繁殖为一年繁殖，保持种性出纯度，避免了多代繁殖的种薯混杂及病毒再侵染。

（2）技术（产品、集成模式）要点： ①温室增温提前育苗：1 月 20 日选用甘薯高代脱毒种薯温室增温提前育苗；②高代“蔓头苗”迭代直插定植：剪取植株顶部 20 ~ 25cm “蔓头苗”迭代直插定植；③当年快繁当年大田应用生产：

将传统的脱毒种薯（苗）三年制繁育（试管苗—原原种—原种—生产种）升级为一年制脱毒甘薯（苗）繁育，当年应用于甘薯生产。

4.甘薯不覆膜全程机械化技术

（1）技术（产品、集成模式）概述：用工少、成本低、综合收益高，甘薯种植主要环节起垄、移栽、中耕、杀秧、收获机械化技术。①旋耕起垄机械化技术适用于大面积平整地块、或缓坡地块的砂土、砂壤土、壤土、轻质黏土的甘薯起垄作业。②甘薯起垄移栽机械化技术，栽植器型式为链夹式移栽机，可实现起垄、移栽、灌溉复式作业。③甘薯机械化中耕技术，中耕机分为单行、双行中耕机，以达到中耕除草、抗旱保墒的目的。④甘薯机械化杀秧技术，秧蔓粉碎机分为挑秧叉式和仿形式，可根据不同作业条件进行杀秧。⑤甘薯机械化收获技术，分为双行、单行收获机，可根据不同地块大小进行作业。

（2）增产增效情况：省工，节本增效。机械化作业相较于传统人工作业，作业效率至少提高 5 倍以上，亩节本增效 750 元以上。

（3）技术（产品、集成模式）要点：甘薯机械化移栽环节技术要点：需要配套超慢速拖拉机（稳定时速 350 米/小时）；配备熟练的摆苗工 4 人（摆苗频率 15 株/分钟）；薯苗的选择，用移栽机移栽薯苗的要挺直，薯苗长度要在 20～30cm，在移栽 2～3 天前对薯苗进行去根和杀毒浸液处

理；在墒情适合的情况下，移栽深度应控制在 9cm，需要摆苗工将树苗根部控制在夹板下方 12cm。

5.甘薯茎线虫病全程绿色综合防控技术

（1）技术（产品、集成模式）概述：在甘薯主要生产环节，采取“选、控、封、防”全程绿色综合防控技术，防治甘薯茎线虫危害。

（2）增产增效情况：亩增产 625~675kg，亩增收 160~175元。

（3）技术（产品、集成模式）要点：选：选用无病种薯、选择无病留种田、选用脱毒种苗；控：清洁田园，控制田间虫口基数；使用多菌灵、甲基硫菌灵拌种；采用高剪苗措施，控制薯苗带线虫入田；封：吡虫啉封口减少茎线虫从剪口处侵入；防：薯苗移栽时，选用 10%噻唑膦颗粒剂 2.5kg/亩穴施+35%辛硫磷微胶囊剂 1kg/亩灌根，对茎线虫进行有效防控。

6.甘薯杂草“一封一防”防治技术

（1）技术（产品、集成模式）概述：在甘薯定植期，封闭除草与大田期茎叶除草联合防治的“一封一防”防治技术模式。

（2）技术（产品、集成模式）要点：封:在定植缓苗后进行土壤封闭处理，药剂采用 30%二甲戊乐灵乳油，用量为250mL/亩；防:在定植后 1 个月左右，当夏季杂草发生时再次采用茎叶处理进行防治，药剂采用 10.8%精喹禾灵水乳剂+

助剂，用量为 60mL/亩。

7.甘薯适时采收及安全贮藏技术

（1）技术（产品、集成模式）概述： 围绕甘薯采收与贮藏关键环节，通过“适时采收、分级选品、预贮愈伤、智能调控”全程标准化管理，结合病虫害绿色防控，保障鲜薯与种薯品质，减少贮藏损耗，实现甘薯产后增值。

（2）增产增效情况： 降低贮藏期损耗率 10%~15%，延长鲜薯货架期 2~3 个月，助力优质薯“优价销售”，亩均额外增收 200~300 元。

（3）技术（产品、集成模式）要点：

采：当地温降至 12～15℃、“霜降”前完成采收，全程轻刨、轻装、轻运、轻放，严防薯块破伤与污染；采收后确保薯皮光滑、无畸形创伤、无病虫害，损伤缺陷≤5%、病害缺陷≤1%，且重金属与农药残留符合食品安全标准。

分：产地分级分两类，一是按重量分 3 级（1 级 200～400g、2 级 100～200g、3 级 50～100g），适配不同销售场景；二是按机械损伤程度分级，同损伤程度薯块分类贮藏，按损伤从重到轻依次出库。

愈：采收后置于温度为 24～27℃、相对湿度为 85%～90%的环境中，愈伤处理 5～6 天，待伤口愈合后转入正常贮藏。

防：库内消毒，甘薯入库前，密闭贮藏库通入 80mg/L 臭氧，密闭 60 分钟杀灭有害微生物；薯块灭菌，贮藏期每 15 天通入 40mg/L 臭氧，密闭 60 分钟防控病害。

控：采用物联网在线监测系统，温度控制（10～13℃）通过空气压缩机与温度传感器联动实现；湿度（85%～95%）与二氧化碳（≤5%）控制，通过进排风管道、鼓风机、排风机，结合湿度与二氧化碳传感器智能调节；贮藏总量不超库容量 65%，按 650～750kg/m^3 计算适宜贮藏量。

四、技术示范推广情况

技术成熟度高，符合北京市农业高质量发展要求。自 2016 年始为京津冀甘薯产业发展提供了有力的技术支撑，实现可持续发展与优质高效。推广措施包括：依托粮经创新团队，科学确定研发内容，联合攻关，全产业链协同推进；建立示范基地，展示技术成果，开展技术培训，提升种植水平，促进技术成果落地；开展团队内部、省级横向、国内外多层次对接，提高社会科技影响力；探索产销服务途径，包括举办节庆活动，优新品种、基地、品牌推介，构建产销联合体、电商平台、社区团购等，拓宽销售渠道，促进优质优价。应用规模方面，2016~2021 年京郊推广 10.42 万亩，河北廊坊和保定雄县推广 20.1 万亩，总增收 28397.0 万元。相关成果获北京市农业技术推广奖二等奖。处于国内领先水平。

典型应用案例1：“五链”共构创新发展，引领促进产业提升

主要内容：2015 年在密云石匣村引进甘薯“优质高效”关键技术，蓄力创新推动“五链共构”推广示范工作，涵盖延长产业链、强化创新链、提升价值链、分享利益链、培养

人才链。打造高质量“小而强”发展模式。应用规模：吸纳8个村1100户入社，年均种植千亩以上。应用效果：截至2023年较2016年亩增收3030元，解决330人临时性就业；受到卢彦副市长关注和肯定。昔日“小杂粮”，成了保水增收“金钥匙”。

典型应用案例2：“三环相扣”精准增收带动京郊塔沟低收入村致富

因地制宜，确立甘薯等节水抗旱作物为农业主导产业，生产上实现 “三统一”：统一供种（苗）、统一种植、统一销售。技术上采取：产前，引进优质甘薯品种普薯32等6个新品种。产中，应用节水、抗旱、轻简、高效5项关键栽培技术。产后，建成高标准甘薯贮藏窖332m^3，延长销售期4个月，单价增值1.5元/kg。效果：2020年即实现了鲜食甘薯销售纯效益5.94万元，贮藏加工甘薯销售纯效益30.8万元。帮扶低收入27户，创建就业岗位63个，带动全村112户致富增收。

五、技术依托单位

（一）北京市农业技术推广站

联 系 人：毛思帅、李仁崑、韦强

联系电话：84635681

电子邮箱：qingzhuyumi@126.com

（二）北京市农业机械试验鉴定推广站

联 系 人：张莉

联系电话：59198687

电子邮箱：zl59198677@163.com

（三）北京市植物保护站

联 系 人：岳瑾

联系电话：82073254

电子邮箱：yuejin612@163.com

麦茬夏大豆精播绿色高产栽培技术

一、适宜区域

山东省及同一生态区的夏大豆生产地区，其他生态环境相近区域亦可参考。

二、适用作物

黄淮海夏大豆。

三、技术要点

（一）种子处理

1.种子精选。种子选择经国家或者山东省农作物品种审定委员会审定或已引种备案的品种。底荚高度≥10cm，成熟期一致，高产、优质、抗倒抗逆、耐密植、宜机收。播种前精选籽粒饱满、整齐均匀、色泽好、无破损、无病虫害的种子，清除杂种、小秕、病斑等籽粒及杂质。

2.拌种包衣。选择对路药剂防治苗期病虫害。大豆根腐病等土传病害选择含有精甲·咯菌腈、苯醚甲环唑、嘧菌酯等成分的种衣剂进行种子处理；防治地下害虫选用含噻虫嗪、吡虫啉、氯虫苯甲酰胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐等有效成分药剂进行种子处理。有条件的用根瘤菌剂拌种。包衣后的种子阴干或晾干，不能暴晒。药剂拌种后，种子应当天用完。

（二）播种

1.适期早播。小麦收获后，有条件的地区，晴天午后及时用秸秆粉碎还田机进行灭茬，均匀抛撒，秸秆粉碎长度≤

5 cm。不具备机械灭茬条件的田块，应尽量降低小麦留茬高度。6 月 10 日至 25 日为最佳播种时间，土壤相对水分含量 70%~80%，应及时抢墒播种。如果土壤墒情不足，要及早浇水造墒再播种，有滴灌或者微喷条件的宜先播种后浇水。

2.精量点播。优先选用带北斗导航辅助驾驶功能的大豆专用精量播种机播种。单粒点播，等行距播种，行距 40~50cm，或采用宽窄行播种，依行距确定株距，播量 3.5~4.0kg/亩，确保留苗密度 1.3 万~1.6 万株/亩。播深 3~4cm，播种深度应一致，覆土均匀，除砂壤土外，一般不镇压。使用免耕覆秸精量播种机，一次性完成精量播种、侧深施肥、覆土、秸秆覆盖等作业。

3.种肥同播。根据土壤肥力不同，适当增减施肥量。一般亩施三元复合肥（N∶P_2O_5∶K_2O=17∶12∶11 或相近配方）20 ~30 kg。种肥同播，肥料应侧深施于种子下方，距地表 8 ~10 cm，以防烧苗。高肥力地块宜亩施三元复合肥 10 ~15 kg。

（三）播后管理

1.杂草防除。播后苗前及时封闭除草，亩用 96%精异丙甲草胺乳油 50~80 mL，或 33%二甲戊灵乳油 150 ~200 mL，对水 40 ~50 kg，阔叶草害发生较重地块宜添加唑嘧磺草胺 80%水分散粒剂 3~5mL/亩，表土喷雾，封闭除草。田间有大草的，可添加草甘膦。注意表土不能太干，应喷洒均匀，避免重喷、漏喷。

封闭除草效果不好的，在大豆 3 ~ 5 片复叶时，亩用 25%氟磺胺草醚水剂 40 ~ 60 mL+5%精喹禾灵乳油 70 ~ 80 mL，对水 30 ~ 40 kg 喷雾防治。宜上午 10:00 前或下午 4:00 后，早晚气温较低时施药。人工施药需做好安全按防护。

2.病害防控。重点防治大豆病毒病、霜霉病、根腐病、紫斑病等。病害发生初期，喷施含有吡唑醚菌酯、乙蒜素、宁南霉素、代森锰锌或氟环唑等成分药剂防治。根据病害发生情况，隔 10 ~ 15 天再喷 1 次，注意轮换用药。

3.虫害防控。大豆出苗期至始花期，重点防治甜菜夜蛾、豆秆黑潜蝇、棉铃虫、大豆蚜等；大豆花荚期至鼓粒期，重点防治大豆食心虫、豆荚螟、点蜂缘蝽、斜纹夜蛾、豆秆黑潜蝇等。选用氯虫苯甲酰胺、溴氰菊酯、氯虫·高氯氟、噻虫·高氯氟、灭蝇胺等药剂喷雾防治。对于传播病毒病媒介昆虫，在施药防治同时，要及时喷施氨基寡糖素、寡糖·链蛋白等预防病毒病。施用化学药剂过程严格按照 NY/T 393-2020 的规定执行，注意合理轮换用药。鼓粒期用好“一喷多促”，防病防早衰促结实。

4.化控防倒。在大豆 4 ~ 6 片复叶时，亩用 15%烯效唑悬浮剂或 25%多效唑悬浮剂 20 ~ 30mL，对水 30 ~ 40kg 喷雾。长势过旺、行间郁闭的大豆，可在开花前再进行一次化控。用药严格按照推荐浓度和时期施用，如喷后 6 小时内遇雨，可在雨后酌情减量重喷。

5.水分管理。播种后注意水分管理，有水肥一体化条件

的，全生育期灌水 4～8 次。苗期需水少，花荚期和鼓粒期需水量大，缺水会造成落花落荚，秕粒增多，影响产量。应在播种 48 小时内滴水出苗，地表湿土边缘超过播种行 5～10cm 即可，为防止板结可在种子顶土时再滴灌 1 次；开花期、结荚期和鼓粒期根据墒情滴灌 3～6 次，一般每次灌水量 15～30m^3/亩。

6.适期追肥。鼓粒初期是籽粒形成的关键时期，应亩追施三元复合肥 5～10kg+0.03%～0.05%钼酸铵 30～50kg，保荚、促鼓粒，增加单株有效荚数。鼓粒中后期对大豆产量形成至关重要，每 7 ～10 天结合病虫害防控叶面喷施 0.3%磷酸二氢钾、0.1%硼肥、液态氮肥等 1 次，连续喷施 1～2 次，延缓大豆叶片衰老，促进鼓粒，增加百粒重，提高产量。有水肥一体化条件的，全生育期分 3～5 次进行追肥，2/3 肥量在大豆盛花期、结荚期和鼓粒期随水追施。同时，可适当补施硼、钼、锌等微量元素水溶肥。

（四）适期收获

1.收获时期。当田间大豆叶片全部脱落后，茎、荚和籽粒均呈现出成熟色泽，籽粒饱满，色泽纯正，植株摇动时有清脆响声，进行机械收获。一般为上午 9:00 至下午 5:00 作业，应尽量避免带露水收获，防止籽粒粘附泥土，影响外观品质。

2.机械收获。采用大豆专用联合收割机收获，一次性完成收割、脱粒等流程。宜适当于成熟期推迟 3～5 天，或籽

粒含水量降至 18%以下时收割。选择挠性割台，割茬高度 3～5 cm，滚筒转速 500 转/分钟，行进速度 5 km/h，作业效率 7 亩/小时。

四、技术示范推广情况

2022 年至今，该技术在德州、菏泽、泰安等多地示范推广，在纯作大豆及大豆玉米带状复合种植田广泛应用，增产效果显著，3 年全省累计推广面积超过 200 万亩。应用该技术可实现纯作大豆亩增产 10%以上，亩均增加纯利润 100 元以上；复合种植模式下，大豆亩均增产 10%左右，亩增收大豆 10kg 左右，经济效益显著。

2023 年，菏泽市东明县苏集村种植大户李海建种植大豆 130 亩，当地农技专家依托该技术指导抓好种子精选、肥水管理、化学调控、防灾减灾、病虫草害防治和机收减损等关键技术环节，经组织专家实打验收，平均亩产达到了 277.31kg，较上年增产 10.2%。2024 年，该地块应用上滴灌水肥一体化技术，播种后滴水出苗，出苗率大大提升，同年 10 月经专家实打验收，亩产 300.6kg，实现了单产水平的又一突破。

五、技术依托单位

（一）山东省农业技术推广中心

联系地址：济南市历下区解放路 15 号

邮政编码：250013

联 系 人：姚远、彭科研、杨久涛

联系电话：0531-81608007

电子邮箱：sdyouliao@163.com

（二）德州市农业科学研究院

联系地址：德州市大学西路 1245 号

邮政编码：253000

联 系 人：高凤菊、朱冠雄、李春燕、高祺

联系电话：13573468882

电子邮箱：gfj1970@126.com

（三）山东农业大学

联系地址：山东省泰安市泰山区岱宗大街 61 号

邮政编码：271018

联 系 人：刘鑫、周长安

联系电话：18653880030

电子邮箱：liux@sdau.edu.cn

（四）北京大学现代农业科学研究院

联系地址：潍坊市峡山生态经济开发区滨湖路 699 号

邮政编码：261325

联 系 人：冯铃洋、范文峰

联系电话：13583621896

电子邮箱：lingyang.feng@pku-iaas.edu.cn

（五）东明县农业农村局

联系地址：菏泽市东明县城投大厦

邮政编码：274500

联 系 人：王允莲

联系电话：13854093490

电子邮箱：dmnjzrhj@163.com

黄河流域棉区棉田多元种植技术

一、适宜区域

黄河流域棉区，相似生态区也可参考。

二、适用作物

棉花及关联作物。

三、技术要点

黄河流域棉区棉田多元种植技术模式主要包括棉油间（轮）作、棉粮（菜）套作、棉粮（蒜、饲）一年两作等。

（一）棉油间作

黄河流域棉区棉油间作，主要有棉花间作花生和棉花间作大豆两种模式。

1.整地施肥。年份间采用深松（深度≥40cm）、深耕（深度≥25cm）、旋耕交替，结合细耙；播种前10～15天浇底墒水，亩撒施腐熟有机肥1000～1500kg或商品有机肥200kg以上，耙2～3遍（耙深12～15cm），做到上虚下实。

2.品种选用。棉花选中早熟、株型紧凑、抗倒伏、吐絮集中品种；花生选耐荫、耐密、抗倒高产品种；大豆选用优质、高产、抗逆性强、矮秆直立型的品种。种子质量分别符合GB4407.1-2008、GB/T1532-2008、GB 4404.2-2010的要求。棉花种子播前晒种2～3天，花生剥壳前晒种1～2天。棉花和大豆优选包衣种子。

3.间作方式。棉花与花生间作宜采用4行棉花间作6行

花生，棉花带按 60-80-60cm 或 76cm 等行距机播覆膜，收获密度 4000～5000 株/亩；花生带 3 垄 6 行（垄宽 75～80cm，垄上两行行距 30cm），收获密度 1.2 万～1.6 万株/亩，棉花与花生间距约 75cm。棉花与大豆间作宜采用 4 行棉花间作 6 行大豆，棉花行距 76cm，收获密度 4500 株/亩；大豆行距 40cm，密度 1.1 万株/亩，棉花大豆间距 50～60cm。以上作物下年度可交换种植带。

4.播种。棉花 4 月下旬、花生 5 月初（可推迟至 5 月上旬）播种，均采用精量播种。棉花亩用种 1.0～1.5kg，播深 2～3cm；花生亩用种 15kg，播深 3～5cm；大豆亩用种 4.0～5.0kg，播深 3～4cm，采用播种一体机实现播种、施肥、喷除草剂、覆膜（农膜符合 NY/T1224-2006）一次完成。

5.肥水运筹。棉花种肥同播，亩施氮肥（纯 N）10～14kg（90 天控释氮占 50%）、磷肥（P_2O_5）5～8kg、钾肥（K_2O）5～7kg；花生亩施速效氮（纯 N）2～3kg、控释氮（纯 N）4～6kg、磷肥（P_2O_5）5～8kg、钾肥（K_2O）6～8kg（施入膜内 7～10cm 土层，与种子距离 4～7cm）；大豆亩施复混肥 15～20kg。各作物遇干旱及时灌溉（30～50m^3/亩），遇渍涝后及时排水。

6.科学化控。于棉花现蕾后、初花期、打顶后分别亩喷施甲哌鎓（98%可溶性粉剂）0.5～1.0、1.5～2.0、4～5g，株高控制在 90～110cm；花生盛花期用亩 15%多效唑可湿性粉剂 35g 或 5%烯效唑可湿性粉剂 40g 喷施茎叶；大豆旺长喷

施烯效唑或多效唑。

7.病虫害防治。棉花病虫害防治措施按照 DB37/T 159 执行。花生重点防治茎腐病、根腐病、白绢病、叶斑病等病害和花生蚜、蓟马、蛴螬、蝼蛄、金针虫、棉铃虫等害虫，防治措施按照 NY/T 2393、NY/T 2394 执行。大豆重点防治根腐病、茎枯病、线虫病、霜霉病、锈病等病害和地下害虫、大豆蚜、甜菜夜蛾、豆荚螟、烟粉虱、蓟马、点蜂缘蝽等害虫，防治方法按照 NY/T 2159 执行。

8.收获。棉花吐絮后采用人工集中采收的，要戴棉布帽、用棉布兜，严防“三丝”；机械采收需吐絮率≥95%、脱叶率≥90%，机采参照 NY/T1133 执行；花生果壳硬化、籽仁饱满时收获，及时晾晒；大豆完熟期（含水量＜18%）收获，避露水，不损伤棉株。

（二）棉粮（菜）套（间）作

1.套春棉

（1）整地施肥。选土层深厚、肥力中等以上地块（耕层有机质≥12g/kg、全氮≥0.8g/kg、有效磷≥20mg/kg、速效钾≥120mg/kg）。小麦亩施腐熟有机肥 3000～4000kg+氮肥（纯 N）6～8kg 等；大蒜亩施有机肥 2000～2700kg+氮肥（纯 N）10～12kg 等；洋葱亩施有机肥 3000～5000kg+复合肥 75～100kg；马铃薯亩施有机肥 3000kg+复合肥 50kg。

（2）套种配置。棉麦套种采用 3:2 式（带宽 150cm，3 行小麦+2 行棉花）或 3:1 式（带宽 100cm，3 行小麦+1 行棉

花）；棉蒜套种采用 6:1 式（畦宽 230cm，12 行大蒜+2 行棉花）；棉洋葱套种采用 4:1 式（100cm 带宽，4 行洋葱+1 行棉花）或 5:2 式（170cm 带宽，5 行洋葱+2 行棉花）；棉花马铃薯套种采用 2:2 式（160cm 带宽，2 行马铃薯+2 行棉花）或 1:2 式（140cm 带宽，1 行马铃薯+2 行棉花）。

（3）播种定植。小麦 10 月下旬、大蒜 10 月上中旬、马铃薯 2 月底至 3 月初（地膜覆盖）播种、洋葱 9 月育苗（11 月定植）、棉花 3 月底至 4 月初育苗，4 月底至 5 月初移栽，也可于 4 月下旬套播，种子符合 GB4407.1 要求。

（4）水肥运筹。前季作物按需浇水追肥，共生期保持土壤含水量 70%～80%，协调前季与棉花水分矛盾，防遮阴。小麦起身期或拔节期亩追施氮肥（纯 N）6.7～8kg。大蒜追肥 3 次，壮苗肥亩追施氮肥（纯 N）5 ～7 kg，钾肥（K_2O）4 ～6kg、蒜头膨大肥亩追氮肥（纯 N）3 ～4 kg、叶面肥用 0.2%腐植酸肥料和 0.5%尿素混合液进行叶面喷施，一般 2～3 次即可。洋葱发棵期亩追施尿素 10 kg; 鳞茎膨大期，亩追施尿素 10 ～15 kg+硫酸钾 10 kg。马铃薯前期亩追施尿素 7.3 ～10 kg, 中后期喷施 0.3%磷酸二氢钾或 0.5%尿素溶液 1～2 次。棉花初花期亩追施氮肥（纯 N）6～7kg。

（5）科学化控。棉花现蕾后、初花期、打顶后分别亩喷施甲哌鎓 0.5～1.0、1.5～2.0、4～5g，株高控制在 100～120cm，7 月 15 日左右打顶。

（6）收获。6 月上旬收获小麦，4 月底至 5 月上旬提收

蒜薹；5 月中下旬至 6 月上旬收刨大蒜。5 月底至 6 月上旬收获洋葱。6 月 10 日前收刨马铃薯。棉花吐絮后集中采收，人工采收戴棉布帽、用棉布兜，严防“三丝”。

2.棉蒜椒间套作

（1）大蒜生产管理。前茬大蒜种植技术按照 GB/T 22212—2008 中附录 B 执行。

（2）棉花辣椒育苗。棉花育苗按 DB37/T2918 执行，辣椒育苗按 GB/Z26583—2011 执行。

（3）茬口衔接。4 月下旬至 5 月初，将棉花和辣椒移栽至大蒜行间。6 行大蒜套 1 行棉花，3 行大蒜套 1 行辣椒，棉花辣椒间作采用 2:5 式，棉花辣椒间距 3 行大蒜。

（4）水肥运筹。大蒜膨大期浇“催头水”；大蒜收后棉花、辣椒浇促棵水，7 月上中旬棉花亩追施氮肥（纯 N）5kg、辣椒亩追施复合肥 10～15kg。

（5）科学化控。棉花现蕾后、初花期、打顶后分别亩喷施甲哌鎓 0.5～1.0、1.5～2.0、4～5g，株高控制在 100～120cm，7 月 15 日左右打顶。辣椒在 12～14 片叶摘心，株高 25cm 时，亩喷施甲哌鎓 1～1.5g。

（6）病虫害防治。棉花病虫害防治措施按照 DB37/T 159 执行。辣椒病虫害防治措施按照 GB/Z 26583—2011 执行。

（7）收获。辣椒 9 月底拔株晾晒后摘收；棉花人工采收戴棉布帽、用棉布兜，严防“三丝”；机械采收需吐絮率≥95%、脱叶率≥90%，机采棉花应符合 NY/T 1133 作业要求。

（三）棉麦（蒜、饲）一年两作

1.棉花生产管理

（1）整地。前茬小麦（大蒜、饲草）收获后，采用免耕贴茬直播，或旋耕（耕深 10～15cm）播种，播前用苗前除草剂均匀喷洒地表，防除杂草。

（2）品种选用。选生育期 105 天以内、品质优丰产性好、吐絮集中、抗逆性强的品种，种子包衣后晒种 2～3 天。

（3）播种。前茬收获后，抢墒播种，采用灭茬旋耕条播与施肥一体机精量播种。60～70cm 等行距种植，实收株数 5000～7000 株/亩；播量 1.5～2.0kg/亩，播深 2～3cm，墒情不足时及时灌溉补墒，确保 6 月 10 日前出苗。收获密度 5000～7000 株/亩。

（4）肥水运筹。麦（饲）后直播棉施肥采用“一次性基肥”，距棉行 10～20cm 处，亩施氮肥（纯 N）10～14kg（90 天控释氮占 50%）、磷肥（P_2O_5）5～7kg、钾肥（K_2O）5～6kg，覆土保墒；蒜后直播“一次性追肥”，见花期亩施氮肥（纯 N）4kg、磷肥（P_2O_5）2.5kg、钾肥（K_2O）3kg。遇干旱，采用喷灌或隔行在沟内浇水，亩浇水量 15 ～20 m^3，适时中耕保墒。如遇暴雨，及时排除积水，开沟散墒。

（5）病虫害防治。棉花病虫害防治措施按照 DB37/T 159 执行。

（6）化学调控。蕾期亩喷施甲哌鎓 0.5～1.0g；初花期、打顶后 5 天左右分别亩喷施甲哌鎓 2～3、3～4g，株高控制

在 80～90cm；7 月 20 日前后，单株果枝达 8～9 台时打顶，或采用化学封顶（7～8 个果枝时亩喷施甲哌鎓 3～5g，7 天后再亩喷施甲哌鎓 5～6g）。

（7）收获。吐絮后及时收摘，人工采收戴棉布帽、用棉布兜，严防“三丝”；机械采收需吐絮率≥95%、脱叶率≥90%、水分达到机采标准时，及时机采。机采时应避开露水期。机采应符合 NY/T 1133 作业要求。

2.小麦（蒜、饲）种植管理

（1）小麦（大蒜）管理。选用早熟高产品种，其他管理同一般大田生产。

（2）饲草种植管理。棉花收获后秸秆还田、旋耕后播种。选用小黑麦、黑麦、饲用大麦，11 月上旬播种，亩播量 15～25kg，或燕麦顶凌播种，亩播量 8～10kg。播种时亩基施氮肥（纯 N）7～10kg、磷肥（P_2O_5）6～8kg。返青期至拔节期浇水 1 次（30～40m^3/亩），随水亩追施氮肥（纯 N）8～10kg。5 月中旬刈割。

四、技术示范推广情况

典型应用案例 1: 套春棉栽培技术

技术内容: 主要包括春季棉花与小麦、大蒜、洋葱等作物套种模式，棉花小麦按“3:2 式”或“3:1 式”套种，棉花大蒜按“6:1 式”套种，棉花洋葱按“4:1 式”套种。应用效果: 在山东鲁西南棉区，累计应用 9000 万亩以上，占区域棉花种植面积的 90%以上。2018~2020 年，连续 3 年定点观

测，蒜套棉平均亩收入8205元，亩纯收益可达2851元，是纯作棉花的9.6倍；麦套棉平均亩收入2321元，亩纯收益343元，略高于纯作棉花；洋葱套春棉亩收入6102元，亩纯收益2956元，是纯作棉花的10倍。

典型应用案例2：棉饲两熟种植技术模式

技术内容：5月中下旬雨后，露地无膜精量播种，免间苗定苗，等行距76cm，密度5000~7000株/亩，种肥同播（纯N、P_2O_5、K_2O分别为7、5、5kg/亩），现蕾期、初花期和打顶期分别亩喷施甲哌鎓1、2、3g，免整枝，优化成铃，集中收获。应用效果：在滨州市、东营市、潍坊市连续3年推广应用，经定点观测：该技术模式比传统春棉种植平均省工40.5%，化肥减施28.6%，农药减投29.3%。亩产值3559.9元，亩纯收益2058.3元，比传统一熟制春棉亩增收714.3元。

五、技术依托单位

（一）山东省农业技术推广中心

联 系 人：魏学文、秦都林、徐勤青、张杰

联系电话：0531-67866319

电子邮箱：sdweixuewen@163.com

（二）山东省农业科学院

联 系 人：代建龙、董合忠、张艳军、聂军军

联系电话：0531-66658678

电子邮箱：daijianlong0805@126.com

菌菜轮作周年高效生产模式及配套技术

一、适宜区域

黄淮海地区。

二、适用作物

食用菌、设施蔬菜。

三、技术要点

菌菜轮作周年高效生产模式及配套技术的核心主要是利用夏季休棚时间和冬季低温季节两个不适宜蔬菜作物生长的时期，在设施棚内生产食用菌。主要模式包括草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式、甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇周年轮作高效生产模式、黄瓜—大球盖菇、草菇—番茄、平菇—小白菜—长根菇—口感型番茄等周年轮作模式。以草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式和甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇周年轮作高效生产模式为例介绍主要技术要点：其中草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式核心配套技术包括连作重茬地区设施棚室夏季休棚期草菇高效生产关键技术、菌渣还田及场地处理技术、连作重茬设施棚室黄瓜高效生产关键技术和设施棚室羊肚菌高效生产关键技术；甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇周年轮作高效生产模式核心配套技术包括秸秆轻简化种植大球盖菇关键技术、大球盖菇菌渣及棚室处理技术、设施棚室甜瓜高效生产关键技术和越夏菠菜高效生产关键技术等。

（一）草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式

1.茬口安排

草菇5~7月种植，黄瓜8~12月种植，羊肚菌12月至翌年4月种植。

2.连作重茬地区设施棚室夏季休棚期草菇高效生产关键技术

原料处理。玉米芯使用前暴晒3 ~5 天，并翻晒几次。根据玉米芯的数量，挖好浸泡池，按照30 cm玉米芯，2 cm 生石灰，依次交叉铺到泡料池内，进行浸泡，浸泡至玉米芯掰开后芯发黄浸透为宜，浸泡时间一般为7 ~10 天。浸泡好的玉米芯、移至大棚，按比例加上发酵的牛粪或鸡粪。

铺料播种。上料前1 ~2 天，设施棚内部浇1次透水，土层浸透20 cm以上，畦床南北走向，宽0.8 m左右，走道宽0.6 ~0.7 m，铺料料面整成龟背形，最高处20 ~30 cm。菌种用量600 kg/亩。播种时先将500 kg菌种均匀撒在料床上，剩余100 kg备用。

覆土覆膜。播种后及时覆土，覆土厚度2 ~3 cm，并将剩余100 kg菌种均匀撒在土面，然后覆盖地膜进行保温保湿。

发菌催菇。播种后大棚密闭，迅速把料温升到 32 ~ 38℃，料温达 37 ~ 38℃时及时揭掉地膜通风，谨防烧菌。棚内温度维持在 28 ~ 38℃，料温维持在 34 ~ 38℃，空气湿度 80% ~ 85%，每天适当通风，保持空气新鲜，调节温湿度。播种后4 ~5 天，菌丝占据料床 70%进行催蕾。通过喷水、加大通

风、光照、温差刺激等方式进行催蕾。催蕾1 ~2 天，即可现蕾，进入出菇管理。

出菇管理。播种后6 ~7 天，床面开始有菇蕾扭结，掌握棚内温、湿、光、气的全面平衡，以促使子实体的发育和生长。棚温尽量保持在28~33℃，料温应保持在33~38℃，空气湿度应保持在90%~95%。喷水采用微喷棚温水，当菇蕾长至花生米粒大小后向料面及空间喷雾化水，喷水量0.2 kg/m^2，补水可向走道灌水。光照保持500~1000 lx。

采摘。当草菇子实体发育至蛋形期，菇体达到7至8成熟、苞膜未破裂时，即可采收头潮菇。一般在播种后第12天可以采收，采收高峰期在第12~16天。

转潮管理。头潮菇结束后不喷水，菇床覆盖薄膜间歇3天，然后调棚温30℃以上，喷一次重水，畦间蓄水沟浇1%石灰水，保持棚内空气相对湿度90%~95%，适当通风，刺激分化现蕾，进行转潮出菇管理。

3.菌渣还田及场地处理技术

草菇采收后，菌渣进行就地原位还田，进行深翻 30 cm，将土地重新平整，大水浇透，盖上白色地膜，高温闷棚，土层深 10 cm 地温达到 50℃，维持 20 天以上，打开通风口晾晒待用。下季蔬菜定植前换好棚膜，并将棚各处通风口、进出口安装 60 目防虫网。

4.连作重茬设施棚室黄瓜高效生产关键技术

品种选择。选择适宜秋季栽培抗病、抗高温、抗病毒，

抗逆性强的黄瓜品种。

整地作畦。 采用高畦双行种植，大行距 110 ～120 cm，小行距 40 ～50 cm，畦高 15～20 cm。

移栽定植。 8 月下旬至 9 月上旬选择阴天定植或者晴天的下午定植。定植密度 3300～3500 株/亩，定植后浇大水。定植应符合 GB/Z 26581 要求。

田间管理。（1）缓黄期管理。 黄瓜定植后至缓苗大约需要 7 天，保持较高棚内湿度，促进黄瓜缓苗。定植畦内见干见湿时及时锄 2～3 遍。秋季栽培尽量晚点覆盖地膜，及时吊蔓。**（2）苗期管理。** 白天上午温度控制在 25～30℃。午后温度控制在 25～20℃。前半夜保持 20～15℃，后半夜保持 15～12℃。加大昼夜温差，防止植株徒长，提高抗病力。**（3）结瓜期管理。** 定植后 1 个月进入结瓜期。随水亩追施三元复合水溶肥（N∶P_2O_5∶K_2O=18∶8∶20）10～15 kg，促进根瓜生长。白天保持 25～30℃，夜间温度保持 12～14℃。当植株第二支瓜坐住时根瓜可以采收。不浇空水，每次浇水都追肥，每次亩追三元复合肥（N∶P_2O_5∶K_2O=20∶10∶30）5～8kg。及时缠秧，去卷须、侧芽、老叶病叶等。

采收。 适时早采摘根瓜，防止坠秧。及时分批采收，减轻植株负担。

5.设施棚室羊肚菌高效生产关键技术

将黄瓜蔓及杂草清理干净，旋地 20cm。整理畦床时亩施微生物菌肥 15～20kg 或有机肥 300～400kg 。畦床宽 100～

120cm，高 10～15cm，走道宽 50cm。畦床上撒上生石灰粉进行消毒和杀虫，石灰粉用量 100kg/亩，浇水浇透土层 20cm 以上。

品种选择。选用高产、优质、抗逆性强的羊肚菌品种，菌丝粗壮，无杂菌污染，菌核淡黄色或黄褐色。选择从具有资质的菌种生产经营单位购买菌种。

播种时间。12 月中下旬 5 cm 地温稳定在 16℃以下时播种。

播种。播种方式主要采用条播或撒播。条播菌种亩用量 200 kg，开宽 8～10cm、深 5～6cm 的播种沟，间距 20cm，菌种撒入后耙平。撒播菌种，亩用量 250kg，将菌丝长满的羊肚菌菌种去除塑料袋，揉碎后均匀的撒播在畦床上，撒播后覆土厚度 2～3cm。

营养袋原料及配方。营养袋主要原料为小麦粒、玉米芯、麦麸等，各配方含水量 50%～60%，pH 为 6.5～7.5。配方宜选用:

——配方 1: 麦粒 50%、玉米芯 35%、麸皮 14%、石灰 1%;

——配方 2: 麦粒 30%、阔叶木屑 30%、稻壳 30%、腐殖土 8%、石灰 2%;

——配方 3: 麦粒 80%、谷壳 18%、石灰 1%、石膏 1%。

营养袋制作。营养袋采用 17cm × 32cm × 0.04mm 或 14cm × 28cm × 0.04mm 的聚丙烯或聚乙烯塑料袋。

营养袋摆放。播种后 7 ~ 15 天放置营养袋，用量 2000 ~ 2500 袋/亩，每畦放 2 排或 3 排，营养袋间距 20 ~ 30cm。在营养袋侧面开口两道，开口长 8 ~ 12cm，摆放时开口朝下，让营养袋内的基料充分接触到菌床。

养菌管理。

（1）通风管理。摆放营养袋后，根据菌床宽度盖上黑色地膜进行遮光，在黑色地膜上每间隔 30cm 钻直径 2 ~ 3cm 的小孔，保证通风。棚内 CO_2 浓度控制在 1500mg/L 以内，超过时，要打开通风口，对大棚进行通风管理。

（2）温度管理。菌丝生长的最适气温为 6 ~ 16℃，最高不宜超过 20℃，晚上地温不低于 2℃。温度升高时通风降温，通过棉被保持温度；温度降低时，通过进光提温。夜间盖好棉被进行保温。

（3）湿度管理。覆膜后保持菌床湿度 65% ~ 75%，畦面保持土壤湿润。菌丝生长到形成原基需 35 ~ 40 天，发菌后期勿湿度过大，造成出菇过早，影响品质及产量。

（4）光照管理。设施棚内以弱散射光为主，光照强度 500 ~ 1000 Lux，避免强光直射。

催菇管理。地温稳定在 6℃以上、棚温不低于 12℃时，菌霜大量消退，营养袋底部菌丝转变为黄褐色，营养袋重量明显变轻变软后开始催菇。撤掉地膜，通风排湿 2 ~ 3 天后，用吊喷或地喷带喷水，土壤 10 ~ 15cm 土层浇透，加大通风量，增加散射光，如遇极端温度，覆盖或搭建透明地膜拱棚，

距离地面 20cm 为宜。

出菇管理。催菇 2 ~ 3 天菌丝扭结形成大量原基。控制空气温度 10 ~ 18℃，空气湿度 70%左右，CO_2浓度 1500 mg/L 以下，地温 8 ~ 16℃，土壤含水量 50% ~ 60%，通过起落棉被，控制散射光强度 400 ~ 1000 Lux。3 ~ 5 天后原基大量分化进入针尖期。后期气温逐步升高，保持地表温度不超过 18℃，温度过高时，需要在棚外进行喷水、增加通风量或调控棉被高度等方式调节，协调温湿光气达到平衡。幼菇长到 3 ~ 5cm 时，降低空间湿度，防止病虫害发生。催菇后 20 ~ 30 天，羊肚菌即可长成。

采收管理。羊肚菌菌帽褶皱展开且色泽变深、高度超过 6cm 时即可采收，采收时齐地面割下，不带泥，菌柄割通。子实体高度 6 ~ 12cm 为宜。

（二）甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇周年轮作高效生产模式

1.茬口安排

甜瓜 3~6 月种植，植越夏菠菜 7~9 月种，大球盖菇 10 月至翌年 3 月种植。

2.秸秆轻简化种植大球盖菇关键技术

品种选择。选用高产、优质、抗逆性强的大球盖菇品种，菌丝旺健、爬壁力强、气生菌丝旺盛、无杂菌污染。选择从有资质的菌种生产经营单位购买菌种。

原料选择。选择无发霉、腐烂的作物秸秆、玉米芯、稻壳、木屑等作为栽培料。

合理配方。根据栽培原料，选择适宜的栽培配方。配方宜选用:

玉米芯 40%，阔叶树木屑 30%、稻壳 25%、麦麸 3%、生石灰 2%;

作物秸秆 45%，工厂化木腐性食用菌菌渣 25%、稻壳或麦糠 17%、干牛粪 10%、生石灰 3%;

玉米秸 45%、豆秸 20%、阔叶树木屑 18%、稻壳 15%、石膏粉 1%、生石灰 1%。

原料发酵。栽培料发酵时间一般 10~12 天。发酵时将玉米芯和木屑充分浇水湿透，建堆发酵，温度不超 55℃，每天翻堆 1 次，避免雨水淋料。发酵时间一般 10~12 天，原料变色变软，长出白色放线菌即可使用。

播种。播种方式采用穴播，亩播种量 200 ~250 kg，单层穴播的培养料铺成厚 18cm，两层穴播的将培养料铺成每层厚 10~12cm。播种时，将菌种用手掰成直径 3~4cm 的块状，直接播入每层培养料内，穴播菌种的间距 8~10cm，播种后用木板拍平料面，并稍加压实，让表层菌种与料充分接触，再薄撒一层培养料，使菌种不露出培养料表面。

覆土。播种后即可覆土，厚度 3~4cm，覆土 pH 最适宜为 7.5 左右，覆土后采用喷淋设施喷洒 pH 为 8~9 的石灰水

将土壤喷湿，以手捏土壤成团、不板结、不粘手为宜。覆土后上面再覆盖稻草或者细碎的小麦秸、玉米秸等保湿。

发菌管理。发菌期间保持培养料和覆土湿润，做好控温、保湿及通风换气。料温控制在 22～26℃，环境气温超过 26℃时，加大料面通风，料温低于 15℃，加盖薄膜等覆盖物保温。一般管理 35～45 天后，发菌阶段结束。

出菇管理。

（1）温度。出菇期间环境温度适宜在 15～23℃。气温低于 12℃时，采取夜间增厚覆盖物、白天减少覆盖物等措施以提高出菇温度。温度超过 25℃时，采取通风、喷水等降温措施。

（2）湿度。出菇阶段保持空气相对湿度 80%～90%。当土层表面出现幼小菇蕾时，每天早晚向菌床喷雾化水，在采收前 2 ～3 天不能向畦床和子实体喷水。

（3）通风。当菌床有大量子实体发生时，菇房栽培应加大通气量，每日通风换气 2～3 小时，控制 CO_2 浓度不超过 1500 mg/L。

（4）光照。子实体生长阶段应保持 100～500Lux 的光照强度，避免阳光直射。

采收。现蕾后 5～7 天，当子实体的菌盖呈钟形尚未平展，菌幕未破裂时及时采收。

3.大球盖菇菌渣及棚室处理技术

大球盖菇采收结束后，将地表 7cm 以上的残留秸秆清理出棚外，剩余菌渣就地原位还田，并进行深翻 30cm。将土地重新平整，大水浇透，盖上白色地膜，进行高温闷棚，10 cm 地温达到 50℃，维持 20 天以上，之后打开通风口晾晒待用。

3.设施棚室甜瓜高效生产关键技术

品种选择。选择具有耐低温弱光、早熟、果型好、甜度高等特性的品种，种子质量符合 GB 16715.1 的要求。

育苗移栽。采取适时育苗，高密度移栽方式。2 月初播种育苗，2 月底至 3 月初移栽，苗龄 25 天左右。

整地施肥及定植。前茬种植大球盖菇，一般不再施肥。定植前 7 天，整地起垄，一垄双行。按照大行距 100cm、小行距 50cm，株距 50～60cm 定植，每亩定植 1500～1800 株。移栽后浇透水。

定植后管理。

（1）温度管理。缓苗期，注意提高地温，白天温度控制在 29～31℃，夜间温度不低于 16℃；伸蔓期至开花坐果前，白天温度控制在 25～28℃，夜间控制在 16～18℃；果实发育阶段，白天控制在 28～32℃，夜间控制在 16～18℃。

（2)水肥管理。结合浇缓苗水亩追施高氮水溶肥 6～8kg。开花后 7 天内控制水分。甜瓜直径约 4～6cm，结合浇水亩追施高钾水溶肥 10 kg，此后视情况确定浇水量。生长期内可叶面喷施磷酸二氢钾等叶面肥 2 次。

（3）植株调整。采用单蔓整枝。选中部 11～13 节的子蔓做结果预备枝，下部及13 节以上子蔓全部摘除。主蔓23 ～25 节打顶，单株留瓜 1 个，瓜前 1～2 叶摘心。及时摘除病叶和老叶。

授粉。采用人工辅助或熊蜂授粉。

疏果、留瓜、吊瓜。在预留果中选颜色鲜嫩、瓜型周正的幼瓜。选留幼瓜分次进行，每个蔓选留 1 个瓜。在幼瓜长到 250g 左右时吊瓜。

采收。采收时间在 6 月下旬完成。结合成熟厚皮甜瓜果实的特性，推算成熟度，并根据瓜前叶、皮色的变化等综合判断采收时期。对于果实成熟时蒂部易脱落品种及成熟时果肉变软的不耐藏品种，应及时或适当早收。采收应在清晨进行，采收后存放至阴凉处。

4.越夏菠菜高效生产关键技术

整地施肥。清除前茬厚皮甜瓜残留枝叶，降低病源基数。深翻土壤 25～30cm，高温闷棚 5～7 天后，平整土地作畦。结合整地，亩施入三元复合肥（$N:P_2O_5:K_2O=15:15:15$）30 kg。

播种。应选择耐高温越夏品种，种子质量符合 GB 16715.5 的要求。采用直播法，以撒播为主，也可条播或穴播。播种量一般为 1～1.5 kg/亩。

田间管理措施。播种后应少量多次浇水，保持土壤湿润，降低土壤温度。一般播种后即浇第 1 遍水，3 叶 1 心时浇第

2 遍水，3～4 片叶时浇第 3 遍水，并结合浇水亩撒施尿素 7 ～10 kg。越夏菠菜其他生产管理技术按照 GB/Z 26573 的规定执行。生产管理中肥料的使用按照 NY/T 394 的规定执行。

收获。收获时间在 8 月下旬至 10 月上旬。菠菜适宜生长期为 30～40 天，应根据市场需求适时采收。

四、技术示范推广情况

自 2017 年以来，依托山东省农业重大应用技术创新项目、山东省食用菌产业技术体系、山东省农业重大技术协同推广和中央财政农业高质量发展资金等项目的支持，菌菜轮作周年高效生产模式及配套技术已在山东省济南市章丘区、青岛胶州市、临沂市兰陵县、聊城市莘县、日照市莒县、菏泽市定陶区、东营市河口区、东营市东营区、枣庄滕州市、泰安市岱岳区等 9 市 10 个县（市、区）进行示范推广应用，该模式已列入 2024 年山东省农业主推技术。省领导到菌菜轮作基地调研时对菌菜轮作模式给予充分肯定，中央电视台综合频道晚间新闻栏目和山东省新闻联播相继对该模式进行报道。

典型应用案例 1:“草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式”

在济南市章丘区、聊城市莘县等地示范推广草菇—黄瓜—羊肚菌轮作周年高效生产模式超过 200 亩，其中济南市章丘区在山东三生万物生物科技有限公司建立 1 个示范基地，示范规模 50 亩；山东莘县在川鲁（山东）生物科技有限公

司和山东菌胜生物科技有限责任公司建立 2 个示范基地，示范规模各 60 亩。通过合理衔接菌菜种植茬口，6 月上旬至 8 月上旬种植草菇、8 月中旬至 12 月种植黄瓜，12 月上旬至翌年 4 月种植羊肚菌。按照草菇、黄瓜、羊肚菌高效生产关键技术进行种植，可收获两菌一菜，亩产值达 8.4 万元。该模式较传统设施蔬菜（一茬早熟芸豆+一茬秋延迟黄瓜）计算模式经济效益提高 70%以上，同时菌菜轮作有利于改善土壤结构、减轻病虫害的发生，目前该种植模式在两个地区逐步扩大面积的示范推广。

典型应用案例 2: "甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇周年轮作高效生产模式"

在日照莒县、东营市河口区试验示范了甜瓜—越夏菠菜—大球盖菇轮作周年高效生产模式超过 200 亩。其中日照莒县在日照恒久丰农业科技有限公司建立示范基地，示范规模 80 亩以上; 东营市河口区在东营河口杰灏农业开发有限公司建立示范基地，示范规模 60 亩以上。通过合理衔接菌菜种植茬口，3~6 月种植甜瓜，7~10 月种植越夏菠菜，11 月至翌年 3 月种植大球盖菇，按照甜瓜、越夏菠菜、大球盖菇高效生产关键技术进行种植，可收获两菜一菌，亩产值达 21.5 万元以上，净利润达 13.2 万元，甜瓜品质提高，价格比同期甜瓜高 2 元/kg。大球盖菇菌渣还田后土壤有机质、有效磷、速效钾等均有一定程度的提高，改善了土壤理化性质，生态效益较好。

五、技术依托单位

山东省农业技术推广中心

联 系 人：高霞

联系电话：0531-81608026

电子邮箱：0531-81608026

设施蔬菜尾菜原位还田技术

一、适宜区域

全国设施蔬菜种植区域。

二、适用作物

蔬菜。

三、技术要点

设施蔬菜尾菜原位还田技术的核心在于通过粉碎还田、喷施专用腐解菌剂、配施有机肥及高温闷棚等一系列配套措施，实现尾菜的快速腐解，增加土壤含碳量，减少化学底肥10%的用量，提高下茬蔬菜产量10%以上，有效解决蔬菜尾菜难处理、病虫害困扰及连作障碍等问题。

（一）尾菜处理与还田

1.尾菜粉碎

在本茬蔬菜采收结束后，需先行清理并移出吊秧绳、滴灌带等不易腐解的投入品。随后使用秸秆粉碎还田机将田间尾菜进行粉碎。若采取离田集中粉碎方式，还田铺撒时应确保均匀度大于80%。

2.喷施腐解菌剂

将秸秆快速腐解菌剂1kg与红糖1kg充分溶解于40L水中，制成菌液，随即将其均匀喷洒于已粉碎的尾菜表面。

（二）撒施有机肥与土壤旋耕

1.撒施有机肥

喷施菌剂后，立即将优质有机肥 10~15m³（具体用量可根据土壤肥力状况调整）均匀撒施于地面，然后尽快旋耕，避免腐解菌剂在环境中暴露过久导致有效活菌数量下降。

2.一次旋耕

使用旋耕机将蔬菜尾菜、菌剂及有机肥与土壤充分、均匀混合，旋耕深度应达到 25~30cm。

（三）闷棚处理

1.灌溉与覆膜

进行大水漫灌，确保耕作层充分湿润。随后覆盖地膜并密闭所有棚室通风口。

2.高温闷棚

在气温较高、光线较强的 7~8 月，通过日光照射提升棚内温度，使室内气温稳定达到 60℃以上，同时 10cm 深处土层温度达到 50℃以上。在此状态下持续闷棚 20 天左右，并确保土壤累计高温时间（指土层温度高于 50℃的持续时间）15 天以上。

（四）种植前准备

1.施用功能菌剂与化肥

闷棚结束后，在定植前，撒施功能微生物菌剂，并将底肥中的化学肥料用量减少 10%，一并施入。

2.二次旋耕

进行第二次旋耕，使功能菌剂与肥料在土壤深层均匀分布，且旋耕深度应略浅于第一次旋耕。旋耕后整地，以备起

垄或作畦进行下茬蔬菜种植。

四、技术示范推广情况

徐州市农业农村综合服务中心通过与中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、江苏省农业技术推广总站对接，在对设施蔬菜尾菜还田技术进行消化吸收的基础上，结合徐州本地实际，形成“科技+推广中心+基地+农户”的推广模式。该模式不仅有效解决了尾菜造成的环境污染问题，还提高了土壤有机质含量，改善了土壤团粒结构，同时降低了尾菜清理所需的人工成本，生态、经济与社会效益显著。此项技术已经列入 2024 年江苏省农业主推技术、2025 年徐州市农业主推技术。

3 年来，徐州市农业农村综合服务中心举办专题观摩培训 20 场次，开展集中培训 11 期，累计培训 960 人次；召开现场观摩会 9 场次，参会人员 560 人次；发放栽培技术材料 1217 份，开展调研 12 次，并制作短视频在多种宣传场合播放。截至目前，该项新技术已在徐州市及周边地区累计示范推广面积超过 10 万亩。

典型应用案例：徐州市铜山区夏季设施蔬菜尾菜还田

自 2022 年起，在棠张镇与汉王镇开展设施蔬菜尾菜原位还田技术的试验示范推广与应用，2024 年进入大面积推广阶段。**试验示范效果：**（1）蔬菜尾菜还田技术可显著提高蔬菜尾菜腐解率。试验 30 天，处理棚尾菜腐解率为 65%，对照棚为 50%。（2）蔬菜尾菜还田技术可提高土壤温度 3~5℃，

处理棚土壤温度最高为 62.5℃。（3）蔬菜尾菜还田技术可提高蔬菜产量 10%以上。处理棚番茄亩产量平均为 4864kg，对照棚亩产量为 4207kg。**成本效益:**从成本效益分析，采用“尾菜还田+快速腐解菌剂+功能菌”模式，与不还田相比，番茄亩均收益提高 15.6%。按番茄均价 9 元/kg 计算，应用该技术亩均可增收约 2000 元。**社会、生态及经济效益:**通过该模式的示范推广，使用腐熟菌剂促进秸秆腐解，在提升土壤有机质的同时，有效减轻了尾菜对环境的污染，生态效益显著。采用还田机就地粉碎尾菜，减少了人工清运成本，社会效益明显。此外，番茄产量较对照提高 15.6%，品质同步提升，经济效益突出。

五、技术依托单位

（一）中国农科院农业资源与农业区划研究所

联 系 人：高淼

联系电话：13810228219

电子邮箱：gaomiao@caas.cn

（二）江苏省农业技术推广总站

联 系 人：曾晓萍

联系电话：18013908618

电子邮箱：176581875@qq.com

（三）徐州市农业农村综合服务中心

联 系 人：张洪永

联系电话：15950689001

电子邮箱：zhy87203@163.com

大葱生产全程机械化技术

一、适宜区域

山东、河南、河北等大葱种植区。

二、适用作物

大葱。

三、技术要点

大葱全程机械化生产技术立足大葱生产实际，着重突破大葱种子丸粒、标准种植、精准整地、定量覆土、集约采收等关键技术。

（一）培育壮苗

1.种子

（1）品种选用。宜选用抗病、优质、丰产、抗逆性强的品种，以苗期较耐热、后期耐寒、春季抽薹晚的品种为宜。葱种子质量应符合DB37/T 1543的规定，种子发芽率不低于80%，植物检疫合格。

（2）种子丸粒化包衣。采用种子丸粒化包衣机械，将各类杀虫剂、杀菌剂、肥料、填充剂、植物生长调节剂等黏附在大葱种子表面，并进行包膜处理。种子包衣丸粒化后球径 3.5 ~ 4.5 ㎜。

2.育苗

（1）工厂化育苗。一般选用钢管薄膜拱棚或玻璃温室，能够实现对光、温、水、肥、气的自动化或手动控制，实现

温度、水分、光照、营养可控，管理统一高效。使用过的育苗场所需经过相应消毒处理，清除杂草后用 10%吡虫啉乳油 1500 倍液喷洒地面杀灭害虫，50%多菌灵可湿性粉剂 500～800 倍液喷洒育苗床和地面，预防病害。最后，喷洒 40%甲醛 1500 倍液处理大棚棚体和棚内空气，密闭大棚 24 小时后，打开大棚通风口或启动通风换气设备，7～10 天即可播种。

（2）育苗基质。选用优质商品基质，要求无病原菌、无虫卵、无草籽、无重金属等有毒有害物质。基质所含草炭比例较一般育苗基质要高，有利于成坨，方便整穴移栽。可按基质总质量的 3‰～5‰加入 45%优质复合肥，拌匀后喷水，使基质含水量为最大持水量的 65%～70%，基质手握成团且无滴水即可，堆置 2～3 小时使基质充分吸足水分。

（3）精量精准播种

钵苗精量精准播种：采用配套的全自动钵苗播种机或手动钵苗播种机，配套专用的 D220P 钵苗秧盘，选用球径 3.5～4.5 ㎜包衣的种子，可实现每穴 3 粒播种，每个苗盘上均匀载有 660 粒包衣种子。

种绳精量精准播种：使用数控编织机将大葱种子按设定的间距和粒数编织在透水透气并且可分解的纸带中的包装方式，选用专用种绳播种机作业。覆土厚度不能过深，2～3cm 较为适宜。

（4）穴盘放置。将播好的穴盘整齐摆放在预先建造好的苗床内，然后浇 1 次透水，以水刚好从盘底流出为宜。穴

盘和基质表面喷施 50%多菌灵可湿性粉剂 500 倍液，喷后及时采取遮阴措施。出苗期间不断观察，及时补水，保持基质湿润。

3. 苗期管理

（1）壮苗指标。一般苗龄 55～60 天，苗高 15～20 cm，根系洁白成坨，真叶 3～4 片，茎粗 0.4～0.6 cm，无倒伏，叶片蜡粉较多，无病虫害。

（2）温度管理。出苗前将温度控制在 32 ℃，保证种子发芽出苗。出苗后温度控制在 35 ℃，可覆盖遮阴网，安装湿帘风机，及时遮阳、通风、降温。

（3）水分管理。苗期水分控制以基质湿润为准，促进基质与根系良好结合。缺水容易造成苗子弱小，水分过多苗子容易感染软腐病等苗期病害。可根据基质含水量和幼苗生长情况酌情浇水。浇水选在晴天上午进行，晚上保持苗子茎叶干燥。

（4）追肥。若发现幼苗叶片发黄，应结合浇水随水追肥 1～2 次。追肥一般在 2 片真叶后进行，可用水溶性肥料（N∶P_2O_5∶K_2O=22∶22∶14）500 倍液随水浇灌，中后期用 0.5%尿素+0.2%磷酸二氢钾进行叶面追肥。

（5）控旺。因水肥管理失当造成的幼苗生长过旺，可采取控制浇水，保持基质适当干燥，多次移动穴盘，进行断根处理等措施控制幼苗生长。若发现幼苗徒长，叶片过长，可将叶片刈去 1/3 进行控制。

（6）移栽前处理。当苗龄达到 3 叶 1 心至 4 叶 1 心时，即已成苗。定植前 1～2 天喷洒细菌性病害杀菌剂 1 次，防治因移栽受伤而感染细菌性病害。移栽前按照移栽机的规格要求进行剪叶，穴盘底部到葱苗顶部的高度为 16～18 ㎝。大葱葱苗剪叶采用 TC-110D 自动大葱剪叶机。

（二）大葱机械化移栽

1.施基肥

耕前使用施肥机撒施有机肥或者颗粒肥，耕翻施优质土杂肥、磷酸二铵、尿素、硫酸钾、硼肥、锌肥。

2.耕整地

（1）定植前深翻整地。大葱栽植田块耕翻深度达到 30 ㎝以上，采用深松机、深松联合整地机、旋耕机等机具进行作业，深松机应符合 GB/T 24675.2 的规定，深松联合整地机应符合 JB/T 10295 的规定，旋耕机应符合 GB/T 5668 的规定。土壤深翻后，宜使用激光平地机平整土壤，激光平地机应符合 JB/T 13077 的规定。

（2）开沟起垄。大葱是沟栽培土模式，开沟起垄与垄沟疏松采用与大葱移栽机配套的专用起垄机械，一次完成开沟、起垄、垄面整形、垄底疏松作业，垄距 80 ㎝，垄高不小于 30 ㎝，垄底宽 20～25 ㎝，垄底松软土层厚度≥8 ㎝，垄沟内撒施腐熟好的有机肥和生物菌肥。开沟起垄机械配套安装农用北斗导航终端。

3.机械化移栽

种绳育苗移栽：当葱秧长到 30cm 左右，横径粗 0.7～0.8cm，功能叶 5～6 片，叶色深绿，即可移栽定植。定植前去掉老叶、大叶，减少葱叶蒸腾。采用盘夹式、链夹式等大葱移栽机，将整理好的葱苗放置在移栽装置中，覆土轮将大葱覆土压实，完成移栽。移栽完成后每行大葱在 1m 的长度范围内约 20 株，定植深度 7～10cm。

穴盘育苗移栽：当苗龄 45～60 天，株高 14～17cm，假茎长 10cm 左右，假茎粗 3mm 左右，功能叶 2～3 片，可进行移栽定植。选用 2ZS-1(VP100B)全自动大葱钵苗移栽机实现大葱移栽作业，株距一般选择 5.3 ㎝，移栽完成后每行大葱在 1m 的长度范围内不少于 26 株，移栽深度 3～5cm。作业质量应达到 NY/T 3486 的规定。

蜂窝纸带育苗移栽：移栽定植条件与穴盘育苗移栽相同。采用蜂窝纸带育苗移栽机，将纸链从育苗盘一端引出固定，移栽机前进时纸链自动抽出并展开，秧苗以固定株距送入开好的沟内，覆土轮覆土压实后完成定植。

（三）田间管理

1.水肥管理

大葱移栽后水肥管理采用水肥一体化技术。8 月上中旬浇水 2 次，追攻叶肥 1 次；进入生长旺盛期，4～5 天浇水 1 次，追攻棵肥 2 次；假茎充实期，保持土壤湿润；收获前 7 天停止浇水。根据生长情况适时追肥。水肥管理应执行 GB 5084、NY/T 496 的规定。

2.中耕培土

每茬培土 4 ~ 5 次，使葱白长 35 ~ 45 cm。秋凉后进行培土，每隔半个月培土 1 次，每次培土都要保持葱的假茎挺直，培土以不埋没葱心即叶片与叶鞘连接的地方为宜，结合培土可追施肥料。

大葱中耕培土可选择用专用中耕培土机，也可选用微耕机配套旋转培土部件或培土铲进行中耕培土。

3.病虫害防治

大葱生育期内主要虫害为蓟马、斑潜蝇、根蛆、甜菜夜蛾等，病害最主要有霜霉病、疫病、紫斑病、锈病等。大葱的病虫害防治选用农业、物理、生物、化学的综合防治措施。

化学防治建议选用喷杆喷雾机、背负式机动喷雾机等高效植保作业机具，选择喷杆喷雾机防治要注意垄距与机具轮距的匹配；对于连作的土壤，一定注意土壤的消毒处理或倒茬。

（四）采收

大葱株高 110 cm 左右，葱白长度 35 ~ 45 cm，鳞茎粗 2 ~ 3.5 cm，叶片数在 19 ~ 33 片，可以进行收获。大葱收获宜采用大葱收获机，收获机应符合 DB37.T 2878.1 的要求。

四、技术示范推广情况

青岛市立足大葱生产实际，依托青岛市蔬菜生产全程机械化专家工作站技术支撑和青岛市经济作物全程机械化示范基地建设，多次组织举办农机地头展、田间日等现场演示

推介活动，通过示范基地建设和农机社会化服务，推行生产托管、“耕种收”一体化服务，引导大葱适度规模化生产，有力推动大葱生产全程机械技术进一步推广。自 2015 年以来，采用穴盘育苗移栽和种绳育苗移栽机“一年两茬”大葱全程机械化种植，累计推广面积 15 万亩，比传统人工种植节省费用 2430 元/亩，新增利润 3.6 亿元。

（一）日本铁杆大葱机械化生产模式

青岛市利淼蔬菜专业合作社种植品种为日本铁杆大葱，常年种植面积 100 亩，拥有大葱移栽机、大葱培土机、大葱收获机等蔬菜生产装备 40 台套以上。合作社依托青岛蔬菜专家工作站，搭建起了合作社与专家学者沟通合作的新平台，开展大田育苗、穴盘育苗和纸带育苗移栽模式下全程机械化作业，亩均 2500 元以上。依托青岛市特色经济作物全程机械化基地技术支持。

（二）“两轮驱动”大葱生产走上全程机械化轨道

青岛盛跃惠民农机专业合作社开展大葱机械化育苗及大葱种植社会化服务，合作社攻克了种子丸粒化包衣、精确化穴盘播种、工厂化育苗等 10 个机械化技术难题，拥有大葱移栽机等农机装备 30 台套以上，2016 年以来建设智能育苗温室 4500m^2，年可繁育种苗 2400 万株，实现利润 100 万元以上，创造社会效益 400 万元以上。采用大葱全程机械化生产技术，从育苗到移栽机械化社会服务规模已达 30 万亩以上，亩均增收 2000 元以上。

五、技术依托单位

（一）青岛市农业技术推广中心

联 系 人：尹诗洋、周海鹏

联系电话：0532-81707528、17854265117

电子邮箱：nongjichu@126.com

（二）平度市农业机械服务中心

联 系 人：葛晓升

联系电话：0532-87364380

电子邮箱：525810162@qq.com

（三）青岛锐星机械有限公司

联 系 人：刘德波

联系电话：13573206675

（四）青岛益居锋农业机械制造有限公司

联 系 人：张居锋

联系电话：15092429883

（五）青岛润华农业科技有限公司

联 系 人：张连华

联系电话：15192735788

黄淮海区域绿色种养循环生态调控技术

一、适宜区域

黄淮海区域，小麦、玉米主产区及果树、设施蔬菜集中种植区。

二、适用作物

小麦、玉米等粮食作物；苹果、桃等果树作物；番茄、黄瓜等设施蔬菜作物。

三、技术要点

本技术针对黄淮海区域农业面源污染与土壤退化问题，构建“种养结合-有机替代-精准调控”体系。通过畜禽粪污与秸秆还田、有机无机肥协同施用及土壤生态修复，实现废弃物资源化利用与耕地质量提升。应用后可显著降低化肥用量15%~25%，提升土壤有机质15%~30%，促进生态与效益协同增长。具体技术分作物类型如下:

（一）粮田“畜禽粪肥+秸秆还田+配方肥”循环技术

1.秸秆还田。小麦、玉米收获后，秸秆粉碎至5cm左右，均匀抛撒田间，亩撒施秸秆腐熟剂2～5kg，配合深翻25～30cm，促进秸秆快速腐解。

2.畜禽粪便堆沤腐熟

选址要求。采用标准化流程，选址要求距居民区≥1000m、水源地≥500m，地面硬化（混凝土≥10cm）并设防渗层，堆体覆盖防雨膜。

原料处理。原料选用新鲜无杂质的猪粪、牛粪、鸡粪，配比玉米/小麦秸秆（粉碎至3~5cm）调节碳氮比至（25~30）∶1，含水量50%~60%。

堆沤处理。猪粪、牛粪、鸡粪每立方米添加复合菌剂0.5~1.0kg，堆成梯形堆，底宽2.0~2.5m、高1.5~1.8m，分阶段翻堆（初期3~4天/次，中期7~9天/次，后期10~12天/次），堆沤时间不少于60天，至完全腐熟。

3.“有机肥+配方肥”精准配施

小麦。往年未施用过有机肥的地块，建议施用腐熟堆肥1000~3000kg/亩，或施用商品/生物有机肥等300~500kg/亩；有施用有机肥习惯的地块，建议施用腐熟堆肥500~800kg/亩，或施用商品/生物有机肥等200~400kg/亩，可因时因地替代减施10%~20%化肥用量。配施配方肥用量40~50kg/亩，具体用量根据目标产量进行调整，推荐配方（N∶P_2O_5∶K_2O）为16∶16∶10、15∶17∶12或相近配方，在缺锌或缺锰地区可基施硫酸锌或硫酸锰1~2kg/亩，缺硼地区可基施硼砂0.5~1.0kg/亩。

玉米。可借助小麦季有机肥的后效，或施用堆肥300~600kg/亩，可替代减施化肥10%左右。配施配方肥40~50kg/亩，具体用量根据目标产量进行调整，推荐配方（N∶P_2O_5∶K_2O）为27∶8∶10、28∶6∶12或相近配方，在缺锌地区可配合基施硫酸锌1~2 kg/亩，缺硼地区可基施硼砂0.5~1.0 kg/亩。

大豆。高肥力地块，如果前茬作物已施足有机肥，可不施用；中肥力地块施用腐熟有机肥 1000～1500 kg/亩或商品有机肥 100～150 kg/亩；低肥力地块施用腐熟有机肥 1500～2000 kg/亩或商品有机肥 150～200 kg/亩。配施配方肥 10～20 kg/亩，推荐配方（N∶P_2O_5∶K_2O）为 12∶18∶16 或相近配方。

（二）果园绿色固碳协同生态培肥技术

1.果园生草技术

采用“行内清耕或覆盖、行间自然生草/人工生草+刈割”的管理模式，行内保持清耕或覆盖园艺地布、作物秸秆等物料，行间进行人工生草或自然生草。

人工生草。可选择三叶草、小冠花、早熟禾、高羊茅、黑麦草、毛叶苕子和鼠茅草等，播种时间以 8 月中旬至 9 月初最佳（早熟禾、高羊茅和黑麦草也可在春季 3 月初播种）。播深为种子直径的 2～3 倍，土壤墒情要好，播后喷水 2～3 次。

自然生草。保留马唐、稗、光头稗、狗尾草等良性杂草，及时拔除豚草、苋菜、藜、苘麻、葎草等恶性杂草。

刈割管理。草高 30～40cm 左右时要进行刈割，割后保留 10cm 左右，割下的草覆于树盘下，每年刈割 2～3 次。

2.酸化土壤改良

在增施有机肥的同时，施用生石灰、贝壳粉类碱性（弱碱性）土壤调理剂或钙镁磷肥进行酸化改良。生石灰具体用量根据土壤酸化程度和土壤质地而异。

生石灰用量。微酸性土（pH 为 6.0），砂土、壤土、黏土施用量分别为 50、50 ~ 75、75kg/亩；酸性土（pH 为 5.0 ~ 6.0），砂土、壤土、黏土施用量分别为 50 ~ 75、75 ~ 100、100 ~ 125kg/亩；强酸性土（pH≤4.5)，砂土、壤土、黏土施用量分别为 100 ~ 150、150 ~ 200 、200 ~ 250kg/亩。

施用方法。生石灰要经过粉碎，粒径小于 0.25mm，冬、春季施用为宜，施用时果树叶片应该干爽，不挂露水。撒施于树盘地表，通过耕耙、翻土与土壤混匀，施入后应立即灌水。生石灰隔年施用。商品类土壤调理剂的用法用量参照产品说明。

3.有机肥局部优化施用技术

增加有机肥用量，特别是生物有机肥、添加腐殖酸的有机肥以及传统堆肥和沼液/沼渣类有机肥料。

有机肥用量。中等肥力土壤下中等产量水平（亩产 3000kg）果园，农家肥（腐熟的羊粪、牛粪等）2000kg（约 6m^3）/亩，或优质生物肥 500kg/亩，或饼肥 200kg/亩，或腐殖酸 100kg/亩，或沼渣 3000 ~ 5000kg/亩+沼液 50 ~ 100m^3/亩。在 9 月中旬至 10 月中旬施用（晚熟品种采果后尽早施用）。

施肥方法。采用穴施或条沟施进行局部集中施用，沟宽

30cm 左右、深 40cm 左右，分为环状沟、放射状沟以及株（行）间条沟，沟长依具体情况而定。矮砧密植果园在树行两侧开条沟施用。穴施时根据树冠大小，每株树 4～6 个穴，穴的直径和深度均为 30～40cm。每年交换位置挖穴，穴的有效期为 3 年。施用时要将有机肥等与土充分混匀。

（三）设施蔬菜多元有机肥精准替代技术

1.堆肥施用技术。新建棚（0～2 年），施用秸秆堆肥 5～6m³/亩，提升土壤有机质与结构；**2～4 年棚**，施用畜禽粪便堆肥 4～5m³/亩，或秸秆堆肥 6～8m³/亩，维持土壤肥力平衡；**5 年以上棚，**施用畜禽粪便堆肥 3～4m³/亩，或秸秆堆肥 4～5m³/亩，防止土壤养分失衡与盐渍化。

2.精制有机肥施用技术。新建棚（0～2 年），施用商品有机肥 600～800kg/亩，或生物有机肥 200～300kg/亩；**2～4 年棚**，施用商品有机肥 400～600kg/亩，或生物有机肥 100～200kg/亩；**5 年以上棚**，施用商品有机肥 400～500kg/亩，或生物有机肥 150～200kg/亩。

3.土壤障碍修复技术。对于板结或存在连作障碍的土壤，施用微生物菌剂 2～5 kg/亩或生物有机肥 100～200 kg/亩，板结土壤增施腐植酸肥 100 kg/亩与蚯蚓粪 300 kg/亩，改善团粒结构。定植前将商品有机肥或堆肥深翻 30～40 cm；生物有机肥撒施于种植垄上，与土壤掺混均匀。

4.**促生有机水溶肥阶段性调控技术**。定植 10 天左右冲施促生根类水溶肥料（如海藻酸类）5～8 kg/亩，15 天后再冲

施 1～2 次。在两次追肥之间冲施含氨基酸或腐植酸肥料 5～8 kg/亩。

四、技术示范推广情况

典型应用案例 1: 滕州市冬小麦“有机肥+种肥同播配方施肥”高效施肥技术模式

主要内容：集成机械深松、底施生物有机肥+配方肥、种肥同播等技术，实现小麦全生育期均衡养分供应。应用规模: 累计推广面积 10 万亩以上。应用效果: 化肥亩减量 10kg，亩节约成本 30 元；亩增产 20kg，亩增收 50 元；合计亩均节本增效 80 元。

典型应用案例案 2：蒙阴县果树有机替代技术集成与推广

主要内容：集成轻简化堆肥、果园生草、有机肥替代化肥等技术，构建“污染源—资源—再生产”生态闭环。应用规模：辐射推广 3.2 万亩，带动 8000 农户参与。应用效果：土壤有机质提升 35%，苹果可溶性固形物提高 21%，化肥减量 38%，亩均增产 10%、增收 700 元。

五、技术依托单位

山东省农业技术推广中心

联 系 人：高霞、徐洋、张姗姗、李秋梅、孙振福

联系电话：0531-81608043

电子邮箱：tfbflk@shandong.cn

稻茬小麦机播壮苗高产高效生产技术

一、适宜区域

长江中下游。

二、适用作物

小麦。

三、技术要点

稻茬小麦机播壮苗高产高效生产技术针对稻茬小麦茬口紧张、土壤湿黏、稻秸还田量大导致播期过晚、耕播质量差、壮苗培育难，以及生物生态逆境频发的生产问题，围绕“低产变高产，高产更高产，逆境能稳产”的目标，通过集成“机械耕播培育壮苗、肥料精准高效运筹、主动抗逆有效减灾”等关键技术，实现“精种壮苗、调肥高效、抗逆稳产”，促进稻茬小麦绿色高质高效生产。

（一）关键技术

1.机械耕播培育壮苗

前茬水稻“及时断水、成熟即收、碎草匀铺”，小麦耕播根据土壤墒情优选机械作业程序和机型，进行“深旋（耕）还田、机械匀播、适墒镇压”，提高秸秆还田质量和播种均匀度并控制好播种深度，实现“播深适宜、深浅一致、出苗均匀、苗量合理”的质量要求。

（1）秸秆处理

水稻收获机械须带有切碎匀铺装置，推荐采用半喂入式

水稻收割机，留茬高度≤10cm，秸秆切碎长度5～8cm，抛洒均匀，抛撒不均匀率≤20%。稻草匀铺不到位须人工辅助撒匀；如果稻草切碎长度过长或水稻收获时留茬高度过高，应采用专用秸秆粉碎机进行粉碎，秸秆粉碎机要匀速行驶，粉碎刀要贴近地面，确保留茬及秸秆粉碎彻底，分布均匀。

（2）土壤耕整

秸秆耕翻或深旋还田，耕翻后要及时机耙或旋耕细整，使土壤细碎，消灭坷垃，达到上松下实，防止因耕层土壤悬松造成小麦播种过深，形成深播弱苗，影响小麦分蘖的发生，导致穗数不足和产量降低。采用秸秆深旋还田方式的，要控制机械行进速度，争取旋耕深度达到15cm，确保不低于12cm，0～5cm土层内秸秆数量所占比例低于40%，土表无外露秸秆。装备许可条件下，推荐采用犁旋一体秸秆还田机作业，一次完成耕翻埋草和旋耕整地，切实提高秸秆还田与整地质量。

（3）适墒适深机械匀播

墒情适宜（土壤含水量在田间持水量80％以下）、土壤适耕状态好的麦田，在秸秆深翻或深旋还田后可选用小麦精播机、宽幅条播机等播种，行距20～25cm，播种深度2～3cm，确保下种均匀，深浅一致，覆土严密，不重播，不漏播。当土壤含水量达田间持水量80％以上时，应采用新改进的带状条播机等机械播种，防止排种口堵塞、出现缺苗断垄，播种深度1～2cm。推广新型高性能复式作业播种机械，一次性

完成秸秆还田、整地、施肥、播种、覆土和镇压等作业流程，提高作业效率，减轻机械作业次数过多对土壤耕层的影响，要注意拖拉机动力要足，秸秆还田质量要高，确保播种质量。

墒情不足时，要造墒播种或播后及时洇水灌溉补墒，促进齐苗。对播种后墒情较差的田块，有条件地区可以补浇“齐苗水”，确保出苗整齐一致，达到一播全苗。土壤湿度过大或遇连阴雨天气时，要掌握“宁迟勿烂”的原则，播种前先要采取开沟排水降渍等措施，创造适宜的土壤墒情条件，避免烂耕烂种，造成出苗不齐（缺苗断垄）和僵苗不发。

（4）适期适量播种

淮北生产区小麦适宜播期在 10 月 15 ~ 25 日，基本苗每亩宜在 12 万 ~ 16 万；江淮生产区适宜播期在 10 月 25 日至 11 月 10 日，亩基本苗宜在 12 万 ~ 15 万；江南生产区适宜播期在 11 月 1 ~ 15 日，亩基本苗宜在 13 万 ~ 16 万。迟播小麦，每晚播 1 天，基本苗增加 0.5 万，淮北生产区基本苗最多不超过 35 万，江淮生产区不超过 30 万，江南生产区不超过 25 万。应注意随着播期推迟，种子田间出苗率也下降，要调整好播种量，防止苗量不足。

（5）播后镇压

带镇压器的播种机要注意随播随镇压，注意镇压质量，对于不带镇压器的播种机播种后墒情适宜时要用镇压器镇压，使耕层紧密，以利于提高出苗率，促进全苗、齐苗和保墒防冻，保苗安全越冬。如播后墒情偏湿不适合镇压，也应

在冬前或早春选择晴好天气及早镇压。

2.肥料精准高效运筹

根据产量目标和品质要求，确定麦田氮、磷、钾等肥料用量；根据小麦养分吸收特性、苗情促弱控旺保壮需要，精准运筹肥料。产量目标600kg/亩中筋、中强筋、强筋小麦，施氮量为16～18kg/亩，产量目标500kg/亩中筋、中强筋、强筋小麦，施氮量为14～16kg/亩，基苗肥占60%、拔节孕穗肥占40%左右，N∶P_2O_5∶K_2O为1∶（0.5～0.6）∶（0.5～0.6）；产量目标450kg/亩弱筋小麦，施氮量以12～14kg/亩为宜，基苗肥占70%、平衡肥10%、拔节肥20%左右，N∶P_2O_5∶K_2O为1∶（0.4～0.5）∶（0.4～0.5）。磷、钾肥施用量根据地力差异适度调整，基追比5∶5，追肥在拔节期施用。基施肥料提倡种肥一体，精准追施拔节孕穗肥，拔节肥在基部第二节间伸长2cm时追施，孕穗肥在剑叶抽出一半时追施。缓释氮肥或复混肥推介基肥50%～60%+返青肥40%～50%二次施用的方式，更利于高产高效。

3.主动抗逆有效减灾

提前制定小麦全生育期抗灾应变技术预案，及时准确落实防灾减灾措施。

（1）前期药剂拌种，提高植株自身抗逆能力，减轻前期病虫害发生机率；选用抗病性、耐寒性、抗倒性、耐湿性强的品种，强化适期、适墒、适量、适深机械匀播，做好肥水运筹，培育适龄壮苗，实现叶龄进程与季节进程同步，增

强植株的综合抗性。

（2）中期适时适度镇压、喷施生长调节剂，防御低温、渍水、倒伏等灾害。灾害发生后，需要根据小麦受灾程度增施补救肥和药剂。

（3）后期实行“一喷三防”、“肥药飞防”，高效防治病虫、预防高温逼熟、防早衰，增加籽粒重量、改善籽粒品质。

（4）蜡熟末期至完熟初期适时收获，防止烂麦场和穗发芽，及时烘干、晾晒，确保颗粒归仓。

（二）配套技术

1.优选品种

根据产业发展需要，选用适合当地生态和生产条件的高产、优质、抗病（主要是赤霉病、白粉病、纹枯病）性强、综合性状优的专用小麦品种，淮北地区选用强筋和中筋半冬性白皮小麦品种；淮南沿海和沿江地区以弱筋、中筋春性红皮小麦品种为主，搭配偏强筋春性红皮小麦品种；其他地区选择红皮春性中筋、中强筋、强筋小麦品种。力争统一品种布局、统一生产管理、单品种专收专储，确保商品小麦品质相对一致，为优质优价奠定基础。同时推动建立专用小麦生产基地，强化与面粉加工企业与食品加工企业联动，实现优质、专用、高效生产。

2.沟系排灌

播后开好麦田“一套沟”，及时清沟理墒，疏通田内外沟系。根据土壤墒情，利用沟系洇水灌溉、排水降湿，防旱

防渍。田内竖沟间距 3 ~ 4m，雨水多、地下水位高的地区间距 2 ~ 3m，沟宽 20 ~ 25cm，沟深≥20cm；较长的田块加开横（腰）沟，间距 40 ~ 50m，沟深≥30cm；田头出水沟深≥40cm，沟宽 25 ~ 30cm。

3.绿色植保

进行药剂拌种或包衣，提高小麦幼苗抗病性。生育期间注意选用安全高效农药防治小麦赤霉病、纹枯病、白粉病、虫、蚜虫和麦田杂草。要及时用药、用对药剂、足量用药，白粉病、纹枯病要防止过迟防治，赤霉病打药时间要科学，突出“一喷三防”工作。应用绿色高效植保产品和机具，安全防治病虫草害。

4.冻害防御与补救技术

对旺长麦田及有旺长趋势麦田，在冬前至起身前进行适时镇压，抑制地上部生长，促进根系下扎；或在小麦起身前采取喷施 0.136%赤 · 吲乙 · 芸苔可湿性粉剂（碧护)、矮壮丰、多效唑等生长调节剂控旺促壮，能增强植株抗逆能力。对于耕种粗放、坷垃较多、秸秆还田导致土壤不实且冬前未进行镇压的麦田，在冬季与早春土壤化冻后及时进行镇压，避免冷空气侵入分蘖节附近冻伤麦苗。低温来临前，土壤出现旱情时要及时灌水，可有效防冻。也可在低温来临前 2 ~ 3 天喷施磷酸二氢钾或芸苔素内酯等调节物质，提高植株抗寒性，减轻冻害的发生程度。

小麦受冻后应根据冻害严重程度增施恢复肥，小麦拔节

前严重受冻，可适量施用壮蘖肥，促使其恢复生长；小麦拔节后发生冻害要在低温后 2 ~ 3 天剥查幼穗受冻的程度，对茎蘖受冻死亡率超过 10％以上的麦田要追施恢复肥，幼穗冻死率 10%~30％的麦田亩追施尿素 5kg，冻死率 30%~50％左右的麦田亩追施尿素 7.5~10kg，冻死率 50％以上的麦田亩追施尿素 12~15kg，争取高位分蘖成穗，挽回产量损失。注意增施的恢复肥跟正常施用的拔节孕穗肥互不抵消，拔节孕穗肥仍需按生育进程与苗情长势正常适时适量施用。

5.倒伏防御技术

预防倒伏的主要措施包括选用耐肥、矮秆、抗倒的高产品种，矮壮丰等拌种，合理安排基本苗数，提高整地、播种质量，根据苗情合理运用肥水等促控措施，使个体健壮、群体结构合理。如发现旺长，应及早采用镇压、深中耕等措施，达到控叶控蘖蹲节；群体较大田块于拔节前可用矮壮丰或多效唑等生长调节剂进行叶面均匀喷雾化控，注意不可重喷。

四、技术示范推广情况

本技术最早集成应用于 2016 年。利用“三地一体”（试验基地+展示基地+示范基地+新型经营主体）、线下线上“1+1+1+N”（如产业技术协同推广联盟+专家指导站+专家工作室+ N 个农户）、公益+有偿协同服务（社会化服务组织+技术专家+农户）等技术服务模式，狠抓技术熟化展示、高产高效创建，多年多点培育示范典型，推进技术示范应用。在多个部省级小麦高产创建示范点，多年多点突破 650kg/亩，

其中江苏省方强农场2021年实收亩产762.6kg、江苏省睢宁2024年实收亩产771.8kg、2025年实收亩产806.2kg，不断刷新稻茬小麦单产记录；在大面积生产应用中，增产率达10%以上。以本技术作为核心技术完成的成果曾获江苏省政府农业技术推广奖一等奖、江苏省科技进步一等奖。

典型应用案例："四良"融合创单产记录、促睢宁小麦接续增产

2017年以来，依托睢宁县现代农业（稻麦）科技综合示范基地开展"良田良种良法良机"融合应用，通过抓耕播、精肥水、防灾害等显著提升基地小麦单产；利用现场观摩、实地指导、课堂培训、线上推介等方式，推进技术生产应用，促进县域大面积单产提升。2022~2025年，稻茬小麦高产攻关田分别实收亩产755.3、744.3、771.8、806.2kg，连续创江苏省当年度稻茬小麦单产记录。睢宁县55万亩稻茬小麦单产由2016年不足400kg/亩增加至2025年约450kg/亩。推广模式成果获全国农牧渔业丰收奖合作奖。

五、技术依托单位

扬州大学农学院、江苏省农业技术推广总站

联 系 人：郭文善、朱新开、蒋小忠、丁锦峰

联系电话：13013745701、13952528600

电子邮箱：guows@yzu.edu.cn、xkzhu@yzu.edu.cn

水稻全程调控提质增产技术

一、适宜区域

四川、湖南、江西、安徽、江苏等长江流域水稻产区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

水稻全程调控提质增产技术方案，通过新型植调剂使用技术，实现水稻全程精准调控、抗逆增产、提质增效的效果。主要技术要点有:

（一）壮苗技术。在水稻2叶1心至移栽前苗床，均匀喷施吲哚丁酸、三十烷醇、精甲霜灵、噁霉灵等药剂，通过促进根尖分生组织生长、土壤补充有益菌株调理土壤，以及立枯病、绵腐病等根系病害的有效防治，实现秧苗盘根好，苗齐苗壮。

（二）促分蘖技术。在水稻分蘖初期（单株分蘖2~3个）全株均匀喷施多效唑、甲哌鎓、苄氨基嘌呤等药剂，缩节壮秆，增强抗倒伏能力，促进水稻分蘖芽萌发，分蘖好、壮蘖多，提高有效穗数；补充营养、提高叶片光合效率；水稻有效穗多、更抗倒。

（三）促发育技术。在水稻幼穗分化2期末至3期（拔节后10天左右）、破口前5~7天，各喷施1次苄氨基嘌呤、三十烷醇等药剂，实现提高水稻叶片光合效率，减轻水稻二

次枝梗和颖花退化，促进水稻颖花发育。

（四）防早衰技术。在水稻灌浆初期（扬花后3~5天）喷施S-诱抗素、胺鲜酯等药剂，提高水稻根系活力及叶绿素含量，诱导植株抗性基因表达、同时补充功能型钾肥，预防叶片早衰，从而促进同化物在水稻籽粒的转运、累计，水稻籽粒饱满、千粒更重。

四、技术示范推广情况

为响应国家粮食单产提升，全国农业技术推广服务中心自2022年始组织开展水稻全程调控提质增产技术试验示范，建设核心示范区，开展大面积示范推广。截止2024年底，该技术已在全国应用超200万亩，平均亩产提高约10%，累计为农民增收近2.5亿元。

（一）典型应用案例1:

推广地点：四川省邛崃市牟礼镇

推广面积：1000亩以上

示范应用水稻全程调控提质增产技术。通过现场实打实测，示范田折合干谷亩产615.3kg，常规管理田块折合干谷亩产453.7kg（常规管理田块倒伏情况较严重），水稻亩增产161.6kg，增产35.6%，按照当地平均收购价2.6元/kg，再扣除药剂和机械成本70元/亩，亩增收350.16元。

（二）典型应用案例2:

推广地点：江苏宝应汜水镇

推广面积：500亩以上

示范应用水稻全程调控提质增产技术。通过现场实打实测，示范田折合干谷亩产 672kg，常规管理田块折合干谷亩产 530kg（常规管理田块倒伏情况较严重），水稻亩增产 141.5kg，增产率 26.6%，按照当地平均收购价 2.5 元/kg，再扣除药剂和机械成本 80 元/亩，亩增收 273.75 元。

五、技术依托单位

（一）全国农业技术推广服务中心

联 系 人：张帅、任宗杰

联系电话：010-59194523、13051378956

电子邮箱：renzongjie@agri.gov.cn

（二）四川国光农化股份有限公司

联 系 人：吴常彬

联系电话：17302898977

电子邮箱： 26328223@qq.com

水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术

一、适宜区域

长三角水稻主产区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术以丰产优质高效协同水稻品种评价与综合筛选、不同地区的温光优化调控、智能化标准化壮秧培育、机械化智能化精细整地和精准密植、“基蘖肥适度减施，穗肥降比前施”节氮高效施肥等技术为核心，配套“薄-露-浅-搁-湿”灌溉和病虫草绿色飞防等技术。

（一）品种选择

1.丰产优质高效协同的水稻品种评价与综合筛选

根据某一主产区生态特点与稻米产业发展需求，有针对性收集在该区主体种植制度与机械化栽培方式下能正常生育与安全成熟的、近5年生产中的主推品种，正在参加区试与生产性试验、综合性状优良（产量达较高水平，品质达到国标三级优质米标准或符合地方优质食味水稻要求的，综合抗性达到国家或省级部门品种审定要求）的苗头性品系，进而根据水稻品种生育类型开展规范性的田间比较试验，开展

产量、品质、氮肥和温光利用效率等性状综合评价，对照已建立或因产业特定要求修订的丰产优质高效协同的水稻产量、品质和效率等综合评价标准，筛选出适合当地种植的丰产优质高效水稻品种。以江苏粳型水稻为例，在建立了丰产优质高效水稻的分级标准后（见表1和表2），各项指标达该标准的品种可筛选为适宜江苏种植的丰产优质高效协同的粳型水稻品种。

表 1 优质水稻品种综合评价指标与定等分级标准

评价指标		非软米水稻			软米水稻		
		一级	二级	三级	一级	二级	三级
整精米率（%）	≥	67.0	61.0	55.0	67.0	61.0	55.0
垩白度（%）	≤	2.0	4.0	6.0	6.0	8.0	10.0
直链淀粉含量（%）		14~20			6~13		
蛋白质含量（%）		6.5~9.0					
食味值	≥	75	70	65	90	85	80

表 2 高产高效水稻品种综合评价指标与定等分级标准

评价指标		中熟中粳		迟熟中粳		早熟晚粳	
		高产高效	中产中效	高产高效	中产中效	高产高效	中产中效
产量（t/hm^2）	≥	9.75	9.00	10.00	9.25	10.25	9.5
*氮肥偏生产力（kg/kg）	≥	36.5	33.5	37.0	34.0	37.5	34.5
**有效积温产量（$kg/℃\cdot hm^2$）	≥	4.0					

注：*氮肥偏生产力（kg/kg）=水稻施氮后的单位面积籽粒产量（kg/hm^2）/单位面积氮肥施用量（kg/hm^2）

**有效积温产量（$kg/℃\cdot hm^2$）=水稻单位面积籽粒产量/生育期有效积温（℃）

2.品种选用

品种选用在上述丰产优质高效协同的水稻品种评价与综合筛选的基础上，还需选用经国家或地方审定适宜在当地

机械化种植的丰产优质高效粳稻品种。种子质量应符合GB 4404.1要求。种子发芽率符合GB/T3545.4要求。

（二）基于温光优化调控的适宜播栽期确定

在一定纬度范围内、在统一的栽培管理条件下，水稻产量品质形成与生长发育各阶段的温度关系最为密切。在研明水稻丰产优质协同形成的全生育期有效积温值和生长发育各阶段的适宜温度值的基础上，依据水稻高产优质协同形成的有效积温和温度需求，结合当地历年稻季相关温度数据和品种生育期、机械化种植方式选择特点，确定出水稻适宜的播种期。通过适期播种，将水稻的齐穗和成熟期安排在最适宜的栽培期，使水稻各生育阶段有序接续地处在最佳温光生态环境里，从而达到丰产优质高效的协同。

以江苏为例，苏南、苏中、苏北不同类型粳稻各生育阶段对温度的需求如表3，针对区域适宜类型水稻品种，适期播种后将水稻的齐穗和成熟期安排在适宜的栽培期(见表4)，便可相对精准地实现对水稻生育全程的温光生态调控。

表3 不同类型水稻优质丰产协同的多生育阶段适宜温度需求（℃）

生态点	生育类型	播种-抽穗	抽穗扬花期	抽穗-成熟	全生育期积温
苏北	中熟中粳	26.0~27.0	24.5~28.0	20.0~23.0	2000.0
苏中	迟熟中粳	26.5~27.5	25.0~29.0	21.0~24.0	2200.0
苏南	早熟晚粳	27.0~28.5	26.5~30.0	22.0~24.0	2400.0

表 4 不同生态区水稻优质丰产高效协同的适宜栽培期（月/日）

生态区	生育类型	播种期	齐穗期	成熟期
苏北	中熟中粳	5/10~5/20	8/25~9/5	10/10~10/25
苏中	迟熟中粳	5/15~5/25	8/30~9/10	10/15~10/30
苏南	早熟晚粳	5/20~5/30	9/5~9/15	10/25~11/10

（三）智能化标准化壮秧培育

通过采用双毯秧盘或单毯秧盘，应用秸秆基质块或基质棉等轻型育秧基质，选择智能化育秧流水线播种，精量控种，双毯秧盘常规稻播量240 ~300 g/盘，杂交稻160 ~200 g/盘;单毯秧盘常规稻播量120 ~150 g/盘，杂交稻80~100 g/盘。实行管带微喷灌旱湿交替管水，保持盘土相对含水量60%~80%，播种期或立针期化控。

最终培育的标准化毯状秧苗标准：秧龄20 ~25 天，叶龄3.5~4.0 叶，苗高14 ~17 cm，单株茎基宽0.25 cm，地上部分百株干重2.0 g以上，叶挺、色绿，无黄叶，单株发根数10条以上，根系盘结牢固，起秧提起时完整如毯状，无病虫害。

（四）大田管理

1.大田精细整地

秸秆全量还田，选择合适的秸秆还田机型旋耕埋草，提高埋草耕整平整度。大田耕翻深度≥20 cm，田面平整整洁、无杂草杂物，全田高度差不大于3 cm，表土软硬适中，留薄层水泡田，选用高质量水田埋茬起浆整地机打浆。整地后砂土沉实1 ~2 天，黏土沉实2 ~3 天。

2.机械化智能化精准密植

采用搭载北斗导航系统智能插秧机薄水浅插，根据田块形状、面积大小，合理规划作业行走路线，栽插时，直线匀速行走，接行准确。栽插深度1.5 ~2.5 cm，栽后不漂不倒。

精准密植，毯苗机插行距25 cm或30 cm，杂交稻穴距17 ~20 cm，每穴2~3 苗，亩栽1.1 万~1.3 万穴；常规稻穴距11 ~16 cm，每穴5~6 苗，亩栽1.4 万~2.0 万穴。

3.节氮高效施肥

总施氮量。秸秆全量还田条件下，中等或偏上地力条件粳稻亩氮肥用量以纯N 16~18 kg为宜，籼稻以纯N 12 ~15 kg为宜。

肥料运筹。氮肥分次施用，其中基蘖肥与穗肥比例，粳稻为7:3或6:4，籼稻为7:3或8:2。基肥于水稻耕翻前施用，分蘖肥于移栽后5 ~7 天施用，粳稻穗肥于倒4叶期一次性施用或于倒4叶和倒2叶等量分次施用，籼稻穗肥于倒3叶或倒2叶一次施用。

适量施用磷钾肥，添加硅肥、锌肥，补充必要的微肥。一般每亩大田推荐施磷肥（P_2O_5）5 ~8 kg，钾肥（K_2O）8 ~12 kg，硅肥（SiO_2）30 ~50 kg，锌肥（$ZnSO_4$）1 ~1.5 kg。磷肥、硅肥和锌肥主要作基肥一次性施用。钾肥以5:5比例做基肥和拔节肥分次施用。

4.水分管理

灌溉水质应符合GB 5084的要求。在年常规气温下，田间水分管理采用“薄-露-浅-搁-湿”灌溉模式，即薄水栽秧，活棵返青期采取2~3cm水层与间隙露田通气相结合，促进扎根活棵；活棵后建立稳定水层促分蘖，水深以2 ~3 cm为宜。当全田茎蘖数达到预期穗数80%左右时及时断水搁田，控制无效分蘖生长和基部节间长度，直至拔节期；拔节后至抽穗扬花期实施浅水层间歇灌溉，以湿为主，促进根系生长，控制基部节间长度和株高，使株型挺拔、抗倒，改善受光姿态；灌浆结实期实施湿润灌溉，以干为主，保持植株较多的活根数及绿叶数，植株活熟到老，提高结实率与粒重。

5.病虫草害防治

农药使用应符合GB/T 8321的规定。

病虫害防治采用长效药剂氰烯·杀螟丹、杀螟·乙蒜素等进行浸种或拌种；移栽前1 ~3 天带药下田，喷施吡蚜酮、氯虫苯甲酰胺等药剂，预防本田前期（栽后1个月）的病虫；破口前后综合用药，通过植保无人机喷施三环唑、稻瘟酰胺、吡蚜酮、氯虫苯甲酰胺等药剂，防治稻瘟病、稻曲病、稻飞虱、螟虫等。

稻田杂草防治采用“一封二杀三补”防控技术。在稻田整平上水后、水稻移栽前3 ~5 天，采用丁草胺、丙草胺、苯噻酰草胺、恶草酮等药剂封闭处理。在水稻3叶期，杂草2 ~3

叶期前后，应用五氟磺草胺、氰氟草酯等药剂，采用植保无人机茎叶喷雾的方式防除前期残存的大龄杂草。针对拔节前后田间阔叶杂草和莎草发生较重的田块或者田内斑块，可补充防治。

防治时采用无人机“纵横二刷”飞防喷法，将全部的喷液量和除草剂剂量分为两次喷施，东西向飞喷1次+南北向飞喷1次，总的喷液量和用药量不变，有效提升防治效果。

四、技术示范推广情况

该技术已在江苏、安徽、湖北、河南、山东等地示范和推广，通过组建水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术推广联盟，系统建立多个区域示范展示基地和乡镇示范推广基地，根据农时农事围绕水稻育秧、栽前耕整地、中后期田间管理等开展各类现场观摩培训会培训基层技术人员与科技示范主体，通过农技耘 App 等方式开展线上技术培训，助力本技术大面积示范推广应用。近 3 年，该技术已在多省累计应用 1650 万亩，平均亩产 657.5kg，亩增产 51.2kg，累计新增稻谷 81.5 万 t。

典型应用案例：水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术在江苏溧阳的应用

江苏省溧阳市是长三角地区重要的优质稻米产区，长期以来面临着如何在高劳动力成本下实现水稻丰产、优质、节本、增效的挑战。自 2019 年起，扬州大学与溧阳市委市政府共建“粮食产业新质生产力工程扬州大学溧阳基地”，重点围绕水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术开展攻关研究和展示示范，助力区域水稻单产提升和优质稻米品牌打造。

2019 年以来，针对溧阳水稻生产“高产、优质、高效难兼顾”、“温光资源利用不充分”等痛点，团队针对性研发了水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术并示范应用。（1）精准品种筛选，适配区域生态。突破传统“经验选种”模式，创造性应用研究建立的“产量-品质-效率”三维评价指标体系，筛选出适合溧阳种植的南粳 46、南粳 9068 等优质丰产高效水稻品种。（2）依据水稻高产优质协同形成的有效积温和温度需求，结合当地历年稻季相关温度数据和品种生育期、机械化种植方式选择特点，确定出溧阳当地早熟晚粳适宜播种期并适期播栽。（3）机械化智能化技术集成，提升生产效率。围绕水稻生产“轻简精准高效”需求，集成了水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术，构建多环节集成方案。示范推广了激光平整地智能化硬地硬盘微喷育秧，应用智能化播种流水线、轻型育秧基质和双毯秧盘培

养壮苗，播种效率提高200%，用工减少50%，秧田利用率提高40%，装秧作业效率提高50%，节省用工成本30.3元/亩。（4）毯苗机插大田精准密植技术，通过增加取秧面积增加机插水稻每穴栽插苗数，常规稻由原有的3~4苗增加到5~6苗，杂交稻由原有的1~2苗增加到2~3苗，漏插率能可靠地控制在3%以内。（5）在适当增加机插密度的基础上“基蘖肥适度调减，穗肥降比前施”的高效施肥技术，在秸秆全量还田条件下，一般中等或偏上地力稻田总施氮量减少10%~15%，肥料利用效率提高8.3%。（6）绿色防控技术，保障生态安全。集成应用“种苗高效药剂处理-前中期生态防控-抽穗前后病虫飞机精准药剂防治技术”总体方案。坚持预防为主，运用生态、物理、生物相结合的防治手段与精准施药相配套的飞机防控技术，配合创新建立的无人机“纵横二刷”飞防喷法，有效提升防治效果。

水稻丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术在溧阳市南渡镇庆丰村示范基地展示示范5000亩，辐射周边15万亩。南渡镇庆丰村南粳46丰产优质高效协同的机械化智能化栽培技术示范方经专家实产验收，近3年平均亩产分别达753.1、791.5、764.6kg，稻米食味值提升5%以上，氮肥利用率提高10%以上，经济、生态和社会效益显著。

上述技术的推广应用，有效提高了水稻种植的机械化水平和生产效率，降低了劳动强度和生产成本，为溧阳水稻大面积单产提升提供了有力的技术支撑。

五、技术依托单位

扬州大学、全国农业技术推广服务中心、江苏省农业技术推广总站

联 系 人：魏海燕、张洪程、杨洪建

联系电话：13801454019、0514-87974509、025-86263538

电子邮箱：wei_haiyan@163.com、hczhang@yzu.edu.cn、jsrice@126.com

江西省水稻病虫害绿色防控技术

一、适宜区域

江西省域范围内水源充足、便于排水与机械化操作的连片水田。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

针对农药过量使用导致的生态环境污染、病虫害抗药性增强、防治成本升高等问题，集成稻田耕沤灭螟降低虫源基数、灯光/信息素诱控精准灭杀害虫、保护天敌及稻田养鸭实现生态控害、种子处理与送嫁药预防病虫害、使用高效植保机械统防统治等多项绿色防控措施，相较传统防控方式优势显著，单季用药减少 2~3 次，化学农药使用量减少 25%以上，综合防效达到 85%以上，实现了安全、高效。2024 年，全省建成水稻绿色防控示范区 59.15 万亩，水稻绿色防控覆盖率达 58%，示范区每亩节本增效 100 元以上，有效降低了病虫为害损失和防治成本，减少了农药残留，保障了农产品质量安全与生态安全，推动了农业绿色可持续发展。

（一）农艺措施

1.品种选择。因地制宜选用抗（耐）稻瘟病、稻曲病、褐飞虱、白背飞虱等的水稻品种，淘汰抗性差、易感病品种，

根据当地稻瘟病等病原菌的优势小种，合理布局种植不同遗传背景的水稻品种。

2.翻耕灌水灭蛹。在越冬代螟虫化蛹期对冬闲田、绿肥田统一翻耕，灌深水10~15cm并保留7~10天，降低虫源基数。早稻收割后及时耕沤稻田，减少螟虫虫源。

3.肥水管理。使用肥料需符合NY/T 496-2010的要求，实行测土配方施肥，增施有机肥，避免重施、偏施氮肥，适当增施磷钾肥和硅肥，提高水稻抗病虫能力。

4.低割灭茬。秸秆粉碎还田，降低螟虫残虫量，螟虫、稻瘟病、纹枯病、细菌性病害重发田要避免直接还田，秸秆离田后综合利用。

（二）物理措施

1.物理阻隔育秧。采用20~40目防虫网全程覆盖秧田育秧，或采用工厂化集中育秧，阻隔传毒虫媒及害虫。

2.性信息素诱捕。在二化螟和稻纵卷叶螟成虫羽化始期，集中连片设置性信息素进行交配干扰或群集诱杀。交配干扰:采用高剂量性信息素智能喷施装置，每3亩设置1套，傍晚至日出每10分钟喷施1次。群集诱杀：每亩插挂1套干式飞蛾诱捕器，内置持效期3个月以上的二化螟或稻纵卷叶螟性诱剂诱芯1枚，诱杀雄蛾。

3.灯光诱控。每30~50亩安装太阳能杀虫灯1盏，诱杀趋光性害虫成虫。

（三）生防措施

1.释放天敌控害。在二化螟、稻纵卷叶螟主害代蛾始盛期释放稻螟赤眼蜂，每代放蜂2~3次，间隔3~5天，每次放蜂1万头/亩，每亩均匀放置5~8个点，蜂卡放置高度以分蘖期高于植株顶端5~20cm、穗期低于植株顶端5~10cm为宜，高温季节宜在傍晚放蜂。插秧后可释放人工繁育的捕食性蜘蛛，能够长期控制稻田内的多种害虫。

2.稻鸭共育控害。水稻分蘖初期（即机插秧后15~20天或移栽后7~10天），每亩放入20日龄雏鸭10只左右，放养至水稻齐穗期结束。通过鸭的取食活动减轻田间杂草、稻飞虱等的为害。

3.种植功能植物控害。一是通过其涵养和保护天敌控害。在田埂、路边、机耕道旁种植芝麻、大豆、波斯菊、硫华菊、紫花苜蓿等显花植物，田间插花种植茭白，可涵养和保护寄生蜂、蜘蛛等天敌。二是通过其诱集作用控害。在道路、沟渠、田边种植香根草、苏丹草等多年生诱集植物，丛距3~5米，可诱集二化螟，降低田间螟虫种群数量。

（四）化防措施

1.种子处理。播种前用药浸种或拌种，早稻主要预防稻瘟病和恶苗病，中晚稻主要预防稻瘟病、稻飞虱、南方水稻黑条矮缩病和稻蓟马。

2.带药移栽。打好秧田送嫁药，在秧苗移栽前2~3天施用内吸性药剂，带药移栽，早稻主要预防二化螟和稻瘟病，中

晚稻主要预防二化螟、稻瘟病、稻飞虱、稻蓟马和南方水稻黑条矮缩病。

3.科学安全用药。在落实预防措施和绿色防控技术的基础上，对达到防治指标的田块适时选用高效、低毒、低残留的农药。水稻孕穗末期施药预防稻曲病；破口期至齐穗期重点防控稻瘟病（穗颈瘟）、二化螟、稻飞虱、纹枯病等。

（五）其他管理

1.监测预警与统防统治。利用物联网设备实时监测病虫数据，结合气象模型预测暴发风险；由专业化防控组织使用高效植保机械开展统防统治，提升防控效率。

2.农艺管理优化。推广绿肥轮作、平衡施肥，避免偏施氮肥；及时清除病残体，减少病原传播。

3.施用植物生长调节剂或植物诱抗剂。秧苗期施用赤·吲乙·芸苔等植物生长调节剂或氨基寡糖素等植物诱抗剂，可提高水稻抗逆防病能力。

4.技术培训与示范推广。建立绿色防控示范区，组织农户观摩学习；线上线下培训普及技术要点，强化科学安全用药意识。

四、技术示范推广情况

自 2015 年起，在江西省分宜县率先示范推广，建立 17 个绿色防控示范区（8200 亩），逐步覆盖全省。2022 年，以鄱阳湖周边地区 11 个县（市、区）为重点，开展耕沤灭螟 424 万亩。①技术集成示范：融合稻田耕沤灭螟、理化诱控、

生物防治等七大技术；②组织保障：印发《农药减量技术手册》，签订责任书，投入专项资金 1.25 亿元；③统防统治：推广植保无人机等高效机械，统防统治面积 1.05 亿亩次；④培训宣传：开展技术培训 1021 场次，覆盖 5.32 万人次，发放明白纸 134.7 万张。

典型应用案例 1: 分宜县水稻绿色防控技术。主要内容：集成稻田耕沤灭螟、性诱控害、稻鸭共育、种子消毒等技术，建立 17 个水稻病虫害绿色防控示范区。应用规模：2015~2023 年覆盖分宜县 10 个乡镇，累计推广面积 8200 亩。应用效果：农药使用量减少 30%，亩均增产 5%~10%，累计减少化学农药 1.23t，示范区每亩节本增效 150 元，病虫为害损失率降至 5%以下，实现生态效益与经济效益双提升，获农业农村部绿色防控典型案例认证。

典型应用案例 2: 鄱阳湖周边水稻绿色防控技术。主要内容：重点推广稻田耕沤灭螟、灯光诱控、统防统治等技术，建设示范区 11.9 万亩。应用规模：2024 年覆盖鄱阳湖周边 11 县，推广面积 424 万亩以上。应用效果：二化螟蛾量减少 30%以上，卵量减少 43%，枯鞘丛率降低 35%~47%，农药使用量比 2015 年减少 10.3%，统防统治实现节本 8~10 元/亩次，有效控制一代螟虫为害，辐射带动全省水稻绿色防控覆盖率提升至 58%。

五、技术依托单位

（一）江西省植保植检站

联 系 人：张德政、文林、吴珍平、刘松、张昆

联系电话：0791-88116127

电子邮箱：jxszbzjz@163.com

（二）南昌市农业技术推广中心

联 系 人：金伟、谭斯坦

联系电话：13177885293、13397080897

电子邮箱：632278109@qq.com

（三）九江市农业技术推广中心

联 系 人：邱慧芳、张晓阳

联系电话：13879260874、15180686817

电子邮箱：jjzbzj@163.com

（四）上饶市农业农村产业发展服务中心

联 系 人：张诗颖、高华清

联系电话：18979373029、13870301678

电子邮箱：420412346@qq.com

（五）抚州市农业技术推广中心

联 系 人：熊斌、邹垂彬

联系电话：18770044347、18070544028

电子邮箱：1312314614@qq.com

（六）分宜县现代农业服务中心

联 系 人：刘亮、钟家民、余江平

联系电话：13979008956、18379009405、15807905227

电子邮箱：jxsxysfyx@sina.com

中稻主要病虫害全生育期绿色防控技术

一、适宜区域

适宜安徽、江苏、湖北、湖南、江西、浙江、上海等长江中下游中稻种植区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

中稻主要病虫害全生育期绿色防控技术以“预防为主、综合防治”为指导原则，通过种子处理与秧田期防控、分蘖拔节期综合防控、孕穗抽穗期精准防控，构建了覆盖水稻全生育期的绿色防控技术体系。该体系以非化学防治为基础，重点推广种子处理、理化诱控、生态调控、科学用药等关键技术，实现移栽后 40~50 天内不施化学农药，全生育期减少用药 2~3 次，化学农药减量 25%以上，综合防效可达 85%以上，有效提升了稻田生态安全水平和稻米质量安全。

（一）种子处理与秧苗期防控

在因地制宜选用抗稻瘟病、稻曲病、稻飞虱、螟虫等主要病虫害的优质高产品种的基础上，重点抓好种子处理与秧田期防控。播前先晒种，再用吡虫啉（或噻虫嗪）与咪鲜胺（或氰烯菌酯）复配浸种或拌种，预防稻飞虱、稻蓟马、稻瘟病、恶苗病等，种衣剂及拌种剂的使用应符合 GB/T 8321 规定。移栽前 2～3 天施用送嫁药，施用氯虫·噻虫嗪+苯甲·嘧

菌酯组合，防治纹枯病、叶瘟病、稻飞虱、稻蓟马、稻纵卷叶螟和螟虫，确保秧苗不带病虫入田，实现移栽后 40 ~ 50 天内不施药，促进天敌种群建立，有效压低前期病虫基数。

（二）分蘖拔节期综合防控

分蘖拔节期以理化诱控、生态调控和生物防治为重点，构建多元协同的防控体系。二化螟主害代发蛾前，每亩安装 1 套性诱捕器，每 30 天更换 1 次诱芯；每 40 ~ 50 亩设置 1 盏诱虫灯，分蘖盛期开始开灯，诱杀螟虫、稻飞虱、稻纵卷叶螟等成虫。田埂种植芝麻、大豆、秋葵等显花植物蓄养天敌，种植香根草诱集二化螟和大螟，推广稻田养鸭（每亩 10 ~ 12 只 1 ~ 2 周龄雏鸭，抽穗前赶出）等综合种养模式。病害防治方面，在纹枯病发生初期施用井冈·多粘菌，稻瘟病发生初期喷施春雷霉素、井冈·蜡芽菌或枯草芽孢杆菌；害虫防治方面，可用短稳杆菌防控螟虫和稻纵卷叶螟，用苦参碱、球孢白僵菌防治稻飞虱。通过上述措施，实现分蘖期病虫害的有效控制，最大限度减少化学农药使用。

（三）孕穗抽穗期精准防控

孕穗抽穗期以精准测报为基础，科学施用高效低毒农药，确保穗期防控效果。应用稻飞虱专用测报装置和改进的二化螟、褐飞虱测报方法，执行《稻曲病测报调查技术规范》《大螟测报调查技术规范》等标准，建立县乡村三级监测网络，结合气象资料和水稻生育期，提前 7~10 天发布病虫害发生趋势预报。针对穗期主要病虫害，推广高效低毒药剂：防治

稻飞虱用吡蚜酮、烯啶虫胺、呋虫胺及“哒螨灵+仲丁威”专利配方；防治螟虫与稻纵卷叶螟用氯虫苯甲酰胺、四氯虫酰胺；防治纹枯病用噻呋酰胺、苯醚甲环唑、丙环唑、戊唑醇等；防治稻曲病用苯醚甲环唑、戊唑醇、烯唑醇、氟环唑等；防治稻瘟病用三环唑、稻瘟灵、肟菌酯、戊唑醇等。针对混发情况，推广“噻呋酰胺+氯虫苯甲酰胺”“球孢·苏云金·多杀”“肟菌·戊唑醇+三环唑”“苯甲·嘧菌酯+春雷霉素”等桶混或专利配方，采用自走式喷杆喷雾机或植保无人机规范施药，确保药剂的有效利用。

四、技术示范推广情况

2022－2024 年，宣城市推广安徽省农科院植保质安所等单位研发的中稻主要病虫害全程绿色防控技术模式，累计应用 288 万亩。该技术模式以“预防秧田期、放宽分蘖期、保护成穗期”为策略，减少施药 1~2 次，降低农药使用量 25%以上，亩均节本 20 元。3 年共挽回水稻损失 11.5 万 t，新增产值 2.96 亿元，节本增收 2.21 亿元。该模式助力农药使用量连续三年下降，改善了农田生态环境，保障了稻米质量安全，同时提升了农民技术水平和水稻综合生产能力。

2022－2024 年，池州市结合水稻绿色单产提升等项目，也推广了中稻主要病虫害全生育期绿色防控技术模式，应用井冈·多粘菌等新产品及减量化用药技术，成效显著。与传统防治相比，防控成本降低 20 元/亩，3 年累计推广 192 万亩，挽回水稻损失 7.9 万 t，节本增收 1.51 亿元。化学农药用量

减少 25%以上，有效保护了生态环境，提升了稻米品质，助力“生态池州”建设和农民增收。

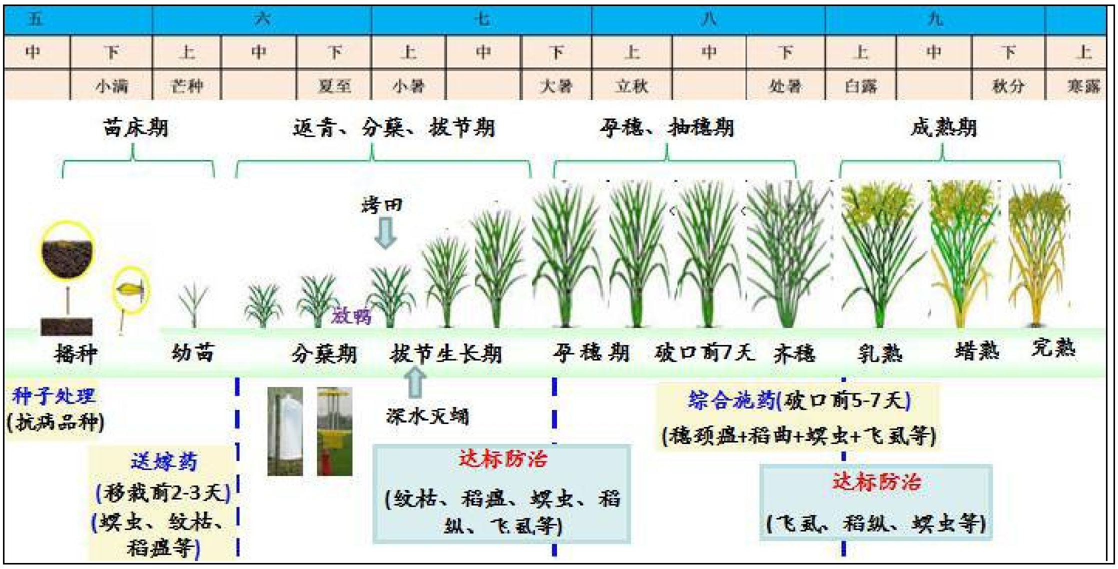


图1　中稻主要病虫害全生育期绿色防控技术模式

五、技术依托单位

（一）安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所

联 系 人：胡飞、戚仁德、徐丽娜、谷春艳

联系电话：13965113412

电子邮箱：hufly0224@163.com

（二）全国农业技术推广服务中心

联 系 人：卓富彦

联系电话：18811426189

电子邮箱：zhuofuyan@agri.gov.cn

（三）安徽省植物保护总站

联 系 人：邱坤

联系电话：18956048038

电子邮箱：qiuk406@163.com

浙江省水稻二化螟综合治理集成技术

一、适宜区域

浙江省全域，尤其是单双季稻混栽区和二化螟重发区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

浙江省水稻二化螟综合治理遵循“精准监测预报、全程综合防控”的总体思路，采取“狠治越冬代和一代、挑治二代、重治尾代”的防控策略。该技术集成农业防治、理化诱控、化学防控、生态调控等多种手段，具针对性地解决水稻生产中二化螟防治的难点与痛点。浙南双季稻区采用“冬前深耕+灌水灭蛹+群集诱杀与干扰交配+科学用药”的集成模式，浙北稻麦轮作区则采用“离田灭茬+推迟播期+群集诱杀与干扰交配+科学用药”的集成模式。

具体实施如下:

每年 11 月至次年 4 月，重点控制越冬代二化螟基数。浙南地区在水稻移栽前采取“灌水灭蛹”措施，降低越冬代虫口基数；浙北地区则通过灭茬深翻，减少冬前虫源。水稻移栽前，实施生态工程并配合理化诱控措施，如在田边种植香根草和显花植物，田间设置性信息素诱捕器或交配干扰器，并结合种子处理和送嫁药施用，以降低第一代二化螟基数。分蘖期至抽穗期，根据田间受害率采取化学农药达标防治;

灌浆期，合理使用化学农药防治尾代二化螟，压低冬前虫量，为次年防控奠定基础。

（一）农业防治技术

1.种植布局。浙南稻区实行“稻-油”轮作和双季稻集中连片种植，避免插花种植，减少二化螟桥梁田。

2.集中育秧与适期移栽。移栽稻秧田采用工厂化育秧，阻止雌蛾在秧苗上产卵，减轻大田防治压力。浙北稻麦轮作区可将播期从6月初推迟至6月中旬，以错开一代二化螟成虫产卵期。

3.壮苗栽培。水稻秧苗期或分蘖早期适当增施硅肥，喷施S-诱抗素、芸苔素内酯等植物诱抗剂，提高水稻抗虫性。

4.灭茬翻耕。浙北稻麦轮作区水稻低茬收割后，使用秸秆粉碎灭茬机进行灭茬破碎处理，再采用开沟旋耕一体机开沟覆土，减少虫源基数且便于小麦种植。

5.灌水灭蛹。根据当地虫情测报，在越冬代二化螟化蛹高峰期（一般为3月底至4月上中旬），对冬闲田和绿肥田进行翻耕，深度为15～25cm，将残留稻桩和稻草翻入土中，灌水淹没（低茬收割或稻桩粉碎的田块可直接灌深水淹没稻桩），保持5～7天，以杀灭越冬代虫蛹，降低虫口基数。

（二）生态调控技术

1.种植诱虫植物。在稻田机耕路两侧种植诱虫植物香根草，丛间距3～5m，诱集二化螟成虫产卵，减少二化螟在水稻上的着卵量。

2.种植显花植物与田边留草。田埂种植芝麻、大豆、硫华菊、波斯菊、三叶草等显花植物并保留禾本科为主的杂草，为天敌提供食料和栖境，提高天敌控害能力。

（三）生物防治技术

在二化螟成虫始盛期释放稻螟赤眼蜂或螟黄赤眼蜂，间隔 3 ~ 5 天释放 1 次，每代视虫情释放 2 ~ 3 次，每亩每次释放 1 万头，每亩设置 5 ~ 8 个释放点，释放点间距约为 10 ~ 12m。蜂卡放置高度以分蘖期高于植株顶端 5 ~ 20cm、穗期低于植株顶端 5 ~ 10cm 为宜，抛撒型释放器可直接投入田间。

（四）理化诱控技术

浙南稻区在越冬代二化螟蛾始见期前 5 ~ 7 天至晚稻收获后，浙北稻麦轮作区在小麦拔节后至单季稻收获后，全程应用二化螟性信息素诱捕器诱杀雄性成虫，或使用交配干扰释放器降低成虫交配率。诱捕器或干扰器需大面积连片使用，每亩设置 1 个诱捕器，或每 3 亩设置 1 个智能超剂量主动喷射型释放器或其他迷向设备，布局外密内疏，装置间距约 25m，区域内零星非水稻田块按相同密度设置。设置高度：秧苗期至拔节前，诱捕器底口离地 50cm；拔节后，诱捕器底部高于水稻植株约 10cm，或整体高度调整为 80 ~ 120cm（根据水稻高度调整）。宜选用持效期 3~6 个月的长效性信息素诱芯，并及时更换失效诱芯、清理死虫。

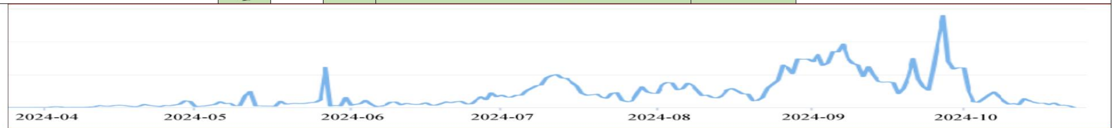
（五）科学用药技术

播种前使用氯虫苯甲酰胺种子处理悬浮剂进行拌种处

理；在秧苗移栽前 1～3 天（移栽稻）施用四唑虫酰胺、乙多·甲氧虫等药剂作为送嫁药；在分蘖期至破口期，根据二化螟为害情况进行达标防治，可选用苏云金杆菌、金龟子绿僵菌 CQMa421、球孢白僵菌等微生物源农药或乙基多杀菌素、甲氧虫酰肼、阿维菌素、四唑虫酰胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐等生物源或化学农药，每亩兑水量不低于 2L，水稻拔节后可适当增加兑水量。注意轮换用药，避免二化螟抗药性快速发展；可将不同作用机理的药剂合理混施以提高防效；可在药液中加入有机硅、d-柠檬烯等助剂，增强药液的黏着、扩散、渗透性能，从而提高杀虫剂药效。

（六）浙江省水稻二化螟综合治理集成技术模式图

月		11月			12月	1月	2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月		
旬		上旬	中旬	下旬			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
稻麦轮作	作物	小麦季															小麦收割		水稻播种		水稻季												
	农业措施		低茬收割、秸秆粉碎、灭茬翻耕、深翻镇压																														
	理化诱控											二化螟迷婚剂干扰二化螟成虫交配或二化螟性诱剂配合诱虫灯诱杀二化螟																					
	生态调控																种植引诱植物-香根草诱杀二化螟																
																	田埂留草、播种菊科等显花植物																
	科学用药																种子处理		送嫁药	根据虫情科学用药						破口期用药							
二化螟发生																																	
治理策略													狠治越冬代、一代												挑治二代					重治尾代			
双季稻	科学用药								种子处理			送嫁药			根据虫情科学用药						种子处理			送嫁药			破口期用药						
	生态调控												种植引诱植物-香根草诱杀二化螟																				
													田埂留草、播种菊科等显花植物																				
	理化诱控												二化螟迷婚剂干扰二化螟成虫交配或二化螟性诱剂配合诱虫灯诱杀二化螟																				
	农业措施	低茬收割、秸秆离田		冬季深翻							灌水灭蛹																					低茬收割、秸秆离田	
	作物	冬闲							早稻季												晚稻播种		早稻抢收		晚稻季								



四、技术示范推广情况

典型应用案例 1：“灭茬深翻控虫害”+“稻麦双增显成效”

桐乡市红洋粮油农机专业合作社从 2022 年 11 月开始实施，2023 年起覆盖 2000 亩连片稻田，水稻品种为甬优 1540。二化螟冬前残虫量由 2022 年的 5.07 万头/亩降至 2023 年的 0.93 万头/亩，虫口密度较实施前下降 81.17%，水稻未出现倒伏。水稻种植环节农药使用次数减少 2 次，平均产量达到 823.46kg/亩，较 2022 年产量 413.66kg/亩（2022 年受高温影响，产量下降严重）增产 99.07%。灭茬后的小麦亩产 412.13kg，显著高于农户自管区的 367.96kg，增产 12.00%。

典型应用案例 2：“灌水灭蛹控基数”+“减药增产提效益”

绍兴市嵊州市三界镇自 2023 年起，示范面积达 1.2 万亩，二化螟冬后残虫量由 2023 年的 1265 头/亩降至 2024 年的 283 头/亩，虫口密度较实施前下降 77.6%。2023 年和 2024 年三界镇早稻平均亩产分别达到 431kg 和 443kg。成效最明显的是嵊州市太石湖粮食专业合作社，该社核心示范区长桥畈、太石湖畈总面积为 4783 亩，该区域开展灌水杀蛹、秸秆粉碎等绿色防控措施后，平均减少防治二化螟用药 2 次，2023 年单季稻单产达到 859.77kg/亩，2024 年早稻单产高达 692kg/亩。农户净收益增加 53.2 元/亩，实现了减药增产增收。

五、技术依托单位

浙江省植保检疫与农药管理总站、嘉兴市土肥植保与农村能源站、嵊州市农业技术推广中心

联 系 人：朱旭晖

联系电话：15895881917

电子邮箱：zhuxuhui95@qq.com

棉油双直播生产技术

一、适宜区域

长江流域棉油轮作区。

二、适用作物

棉花。

三、技术要点

棉油轮作的核心技术围绕棉花 “一改、二增、三减、四调” 绿色轻简高效栽培法展开，将传统育苗移栽革新为直播模式，通过增大种植密度并引入田间机械提升效率；同步实施减肥、减药、减人工举措削减成本，运用肥调、化调、化学打顶及化学脱叶催熟技术，促使棉花集中开花、成铃与吐絮，最终达成机械采收目标。

（一）整地与播种

1.棉花

品种选用。早熟性好，生育期110天以内，株型紧凑，抗倒伏；抗虫性好，抗枯萎、耐黄萎；对脱叶剂敏感，喷施15天后，基本脱叶完毕；发芽率高（85%以上），发芽势强，种子包衣。

整地。秸秆还田，油菜收获后秸秆还田并翻压，翻耕深度控制在20cm以内，并赶晴天晒干后视土壤情况旋耕1～2次；旋耕完毕，用灭生性或芽前除草剂全田喷施，封除杂草。

播种。播期。油菜收获后机械直播，播种时间不迟于翌年5月30日。**种植密度。**播种密度5000～8000株/亩，收获密度4500～7500株/亩，可根据品种特性选择适宜播种密度。**播种方式。**选择晴天，用棉花专用旋耕施肥播种机实行作垄、开沟、播种、施肥、压实一次性完成，垄宽2m，每穴播籽1～2粒，覆土1.5～2.0cm，行距100cm，株距8.5～13.5cm。

播后管理。清沟排水，播种后及时清沟，保证水路畅通；免间定苗，棉花出苗后缺株率≤10%，不补苗、不间苗、不定苗。

2.油菜

品种选用。早熟（生育期200～220天），适应性广、抗性强（抗病、抗倒），丰产性好。

播前晒种。播前5～7天晒种，选晴好天气，将待播的种子置于背风向阳干燥处，晾晒1～2天。

整地。秸秆还田。棉花收获后，秸秆粉碎还田并翻压，粉碎后棉秆长度不超过10cm，切根遗漏率不得超过0.5%，耕深20cm。**机械旋耕。**应用旋耕施肥播种机进行旋耕、开沟起垄，垄宽1.8～2.0m。

播种。播期。湘北不晚于10月25日，湘南不晚于10月30日。**种植密度。**播种密度3万～4万株/亩。**播种方式。**机械免耕直播或无人机飞播，用种量0.3～0.4kg/亩。

播后管理。清沟排水，播种后开好“三沟”，厢沟、腰沟、围沟配套，厢沟深≥15cm，围沟腰沟≥20cm。

（二）肥料运筹

1.棉花。施肥方式。种肥同播，种肥间隔≥5cm，肥料在种子侧下方10～15cm处。**肥料用量。**中等肥力棉田，推荐亩施纯N12～15kg，P_2O_5 5～7kg，K_2O 10～14kg；8月上中旬视苗情，可用1.0%～1.5%磷酸二氢钾+1.0%～2.0%尿素溶液进行根外追肥1～2次，间隔7天，可结合飞防进行。

2.油菜。施肥方式。氮肥、钾肥总量的60%和全部磷肥、硼肥用作基肥，20%～30%氮肥用于冬前提苗，10%～20%的氮肥和40%的钾肥作薹肥。**肥料用量。**中等肥力田块亩施纯N 10～12kg、P_2O_5 3～4kg、K_2O 3～5kg、硼砂0.75kg。

（三）病虫草害防治

采用无人机飞防或试剂种子包衣/拌种，生长期结合杀虫剂、生物诱杀剂、杀菌剂、微肥等混用配施，防控棉铃虫、菌核病等病虫害。

1.**棉花。播后除草。**杂草 2 叶至分蘖前亩用 69g/L 精噁唑禾草灵水乳剂 50～60g 茎叶喷雾；杂草 3~5 叶期亩用 15%精吡氟禾草灵乳油 40～67g，或 108g/L 高效氟吡甲禾灵乳油25～30g ，或 5%精喹禾灵乳油 50～80g 茎叶喷雾。**病害防治**。苗蕾期防立枯病、疫病等，花铃期防铃病、枯黄萎病；推荐甲霜▪恶霉灵等种子包衣/拌种，阴雨前后用恶霉灵等防苗期病害，清洁棉田病残体减菌源。**虫害防治**。苗蕾期防棉盲蝽、蚜虫等，花铃期防棉叶蝉、斜纹夜蛾等；烯啶虫胺等防棉盲蝽，噻嗪酮异丙威配合联苯菊酯等防棉叶蝉，阿维菌

素等防棉叶螨，斜纹夜蛾核型多角体病毒等防斜纹夜蛾，高氯▪甲维盐等防甜菜夜蛾，棉铃虫核型多角体病毒等防棉铃虫，同时结合理化与生物诱杀。

2.**油菜。除草防除**。播种后即进行封闭除草或在油菜苗期进行选择性化学除草。**病虫害防治。**采用种子包衣、药剂拌种，有效防治跳甲、菜青虫、根腐病等病虫害，减少农药用量。

（四）其他管理

1.棉花。化学调控。蕾期，2～3 台果枝时化控 1 次，亩用 98%甲哌鎓粉剂 0.5～1.0g；初花期，田间见第一朵白花后 1 周内化控 1 次，亩用 98%甲哌鎓粉剂 1.5～2.0g。化学封顶。9～10 台果枝或立秋前，可亩用 250g/L 助壮素水剂 36～54ml 兑水喷雾封顶；若封顶效果不佳，可一周后每公顷补施 18～36ml，株高⩽100cm。脱叶催熟。根据棉花长势与天气情况，棉铃开裂⩾50%，亩用 50%噻苯隆粉剂 30～40g+40%乙烯利水剂 60～80ml。

2.油菜。化学调控。需在 6～8 展开叶时实施，通过喷施对应调节剂调控株高、避免徒长以防止倒伏。**叶面追肥。**开花期可借助无人机巡航喷施硼肥等叶面微肥，补充花期所需营养，促进花粉管发育，提升结实率与籽粒饱满度。

（五）集中采收

棉花。棉花脱叶率≥95%，吐絮率≥90%，籽棉含水率≤12%，即可进行一次性机械收花，及时烘干、晾晒。

油菜。全田90%以上的角果变黄，部分呈浅褐色，分枝抬起，主枝顶端角果用手能轻易捏开，全株籽粒变色时，采用机械一次性收获。

四、技术示范推广情况

典型应用案例1:“湘西北油后直播棉‘三免三减’栽培技术”以轻简高效为核心，主要内容包括“三免”（免育苗移栽、免整枝、免间定苗）和“三减”（减肥、减药、减人工）。2022~2024年，以“所-站-社”的推广方式，在桃源县连续创建“百千亩”棉油轮作示范片，辐射面积超过2万亩，示范区棉花亩产205.5kg以上，亩节省人工5~7个，生育周期缩短60~70天，肥料利用率提升，农药用量减少30%以上，亩均节本增效超30%，同时通过秸秆还田和免耕保护土壤生态。该技术为棉油轮作提供了可复制的绿色轻简模式，兼具高产稳产与生态效益。

典型应用案例2: 棉地油菜免耕直播技术”以“免耕、免整地、秸秆覆盖”为核心，通过棉花收获后直接机械直播油菜，配套秸秆粉碎还田、开沟起垄、精准施肥及病虫害绿色防控。2021年起，在湖南主产棉区如常德鼎城、安乡等地示范推广，应用面积超过2万亩。实践表明，该技术亩均节省整地成本50~80元，亩减少人工2~3个，油菜籽亩产达150kg以上，增产8%～12%，肥料利用率提升15%，农药用量减少20%，秸秆还田率超90%，土壤有机质含量年均增加0.1%。结合“三沟”排水系统，有效缓解渍害，亩均综合收

益提高 200~300 元，兼具节本增效与生态保育双重效益，为棉油轮作可持续生产提供技术支撑。

五、技术依托单位

湖南省棉花与蚕桑研究所

联 系 人：梅正鼎

联系电话：13762618399

电子邮箱：739017796@qq.com

柑橘木虱综合防控技术

一、适宜区域

适用于赣南柑橘产区主栽的纽荷尔脐橙、温州蜜柑、沙田柚等品种的柑橘木虱综合防治，生态条件相似、种植品种相同的地区可参考，其他地区仅供参阅。

二、适用作物

柑橘（纽荷尔脐橙、温州蜜柑、沙田柚等）。

三、技术要点

（一）生态隔离

通过生态隔离的手段防止柑橘木虱快速传播。建园利用地形地貌及原生态植被远距离隔离；山地果园留足山顶带帽林，并保留山脊乔木作为隔离带；柑橘园以 13～20hm^2 为 1 个种植单元，单元间种植防护林作为隔离带（宽度>10m、树冠高度≥7m）；果园主干道、机耕道两侧均进行绿化以改善果园生态环境；选用速生、树冠高大、直立、与柑橘属无相同危险病虫害的树种，如杉树、马甲子等，乔、灌木相结合。

图 1　彬木隔离

（二）农业防治

清除果园周边的枳壳、黄皮、九里香等柑橘木虱寄主植物。合理施肥、增强树势，提高树体抗逆能力；合理修剪、适时间伐，营造良好树体及果园生态环境。依据柑橘木虱发生规律，避开柑橘木虱产卵高峰期，控除零星抽生的嫩梢，统一促放新梢：控除 6 月中旬前萌发的零星嫩梢，统一放夏梢；控除 8 月上旬前萌发的零星嫩梢，统一放秋梢；控除 9 月下旬后抽生的晚秋梢。

（三）物理防治

果园四周及园内悬挂带诱芯（性引诱剂）的黄板诱杀柑橘木虱成虫，将黄板挂在果树南面，高度为距地面 1.5m 处，

板与板间距 4～5m。选用无病毒柑橘苗木；在 60 目及以上网室大棚内假植 1～2 年，培育成大苗后再定植。在柑橘黄龙病高发区，有条件的果园可建 60 目简易网室隔离栽培。

图 2　带诱芯的黄板

（四）生物防治

通过生草栽培与精准用药，改善果园生态环境，保护和利用寄生蜂、瓢虫、草蛉、捕食性昆虫等柑橘木虱天敌及昆虫病原微生物。在柑橘木虱 2～3 龄若虫期，有条件的可以释放专性寄生性天敌如亮腹釉小蜂、柑橘木虱啮小蜂等。空气湿度达 70%以上时，在柑橘木虱发生区释放 1×10^8 孢子/mL 病原微生物寄生柑橘木虱成虫。果园四周及行间套种烟草，杀灭柑橘木虱成虫。2 月中下旬，在柑橘园四周及行间套种 2～4 行烟草，第 1 行烟草距离柑橘树＜1m，烟草间距

20～30cm，株距 50～60cm，错位种植。

图 3　感染病原菌的柑橘木虱

（五）化学防治

加强柑橘木虱虫情监测，根据其发育进度和虫口密度，抓住成虫高发期、低龄若虫期等重点防治时期，及时喷药防治。同一区域应在 2 天内集中完成喷药工作；使用高效喷雾机械以提升防治效率。采果后和春芽萌动前各喷药 1 次，防治越冬成虫。当春梢长 0.5～2.0cm、夏梢长 0.5～1.0cm、秋梢长 0.5～1.0cm 时视虫情及时防治。7～10 天用药 1 次，新梢用药 1～3 次，结合防治其他病虫害。对于未挂果的幼树，根施内吸性药剂，辅以叶面防治，进行长期系统保护。在柑橘木虱发生高峰前 7~10 天，用喷雾的 2 倍剂量进行根施，施用药液量 5.0~7.5kg/株，每 50~60 天根施 1 次，直至秋梢老熟。

四、技术示范推广情况

典型应用案例 1：柑橘黄龙病重灾区恢复建园与示范。2015 年以来，在安远县新龙乡建立黄龙病灾毁果园重新种植

的新栽培模式示范园1个（面积160亩）、黄龙病灾毁果园恢复种植的新栽培模式示范园1个（450亩），在示范园内采用柑橘木虱综合防控技术后，柑橘黄龙病的发生率均控制在3%以下，每年减少用药7~9次，化学农药减量40.3%，亩节支90元以上。

典型应用案例2: 柑橘黄龙病轻度感染区柑橘木虱综合防控技术示范。2018年以来，在赣县王母渡镇黄龙病轻度感染区建立试验示范园1个，示范面积300亩，开展柑橘木虱综合防控技术示范，示范园黄龙病的发生率均控制在1.5%以下，减少用药5~6次，化学农药减量34.6%，亩节支60元以上。

五、技术依托单位

赣州市柑桔科学研究所

联 系 人: 夏长秀

联系电话: 18079730936

电子邮箱: 417003972@qq.com

枇杷避冻稳产技术

一、适宜区域

浙江、江苏、安徽、湖北等国内北亚热带枇杷产区。

二、适用作物

枇杷。

三、技术要点

枇杷避冻稳产技术的核心技术包括早花期枇杷品种选择、主干分层树形培养、肥水调控及摘春梢延迟花期、病虫害综合防控等。

（一）品种、种植与树形培养

1.品种

避冻栽培适用品种为花期早的枇杷品种，如白肉类品种‘软条白沙’‘宁海白’‘白玉’‘冠玉’‘三月白’，黄肉类花期早的品种‘早钟 6 号’。

2.种植

定植穴准备：在 6~7 月（秋植）或 10~11 月（春植）开挖长、宽、深分别为 1、1、0.8m 的定植穴，底层放入秸秆、杂草、绿肥等粗杂肥 20~30kg，撒上石灰，回填 10~0cm 表土混匀；中间施入腐熟畜禽粪 10~15kg+饼肥 2~3kg，与底土混合；上层用表土筑高 20~40cm、1m 见方的定植墩。

种植：枇杷春植时间 3 月上中旬，一般在新梢发生前定植。秋植 11 月秋梢老化后，以穴盆苗或带土移栽。春植时

裸根苗在离嫁接口上25~30cm短截，将叶片剪除，以减少蒸发、提高成活率和培养良好树型。种植密度以4m × 4m。

3.树形培养

枇杷树形以主干分层树形有利于避冻。主干分层树形培养技术:（1）春季种植后在嫁接口上方25~30cm处定杆。在当年冬季选留角度合理生长强的3~4个枝作为第1层主枝，选留1个向上枝作主干，其余疏除。（2）第2年在离第1层60~80cm处选留角度合理生长强的3个枝作为第2层主枝培养，其余疏去，保留主干继续向上延伸。（3）第3年在离第2层60~80cm处选留角度合理、生长强的3个枝作为第3层主枝培养，保留主干继续向上延伸。通过拉、撑形成大枝角度的4层结构树型。再在每1个主枝上留2~3个副主枝；在每个副主枝上留2~3个枝梢形成3 级骨干枝; 在骨干枝培养1~2个枝梢成为结果枝组。通过3年时间培养分层避冻枇杷树形，使中下部免于暴露霜冻气候下。

（二）改良传统肥水管理技术，延迟枇杷开花避冻

1.肥料施用

为延迟枇杷花期，应加强花前有机肥、花期氮肥供应，新梢抽发期加强肥料营养，以增强树势、延迟花期。年株施纯N0.6~0.8kg，$P_2O_5$0.5~0.7kg，K_2O0.7~0.9kg。钾肥主要在2月下旬、4月上旬果实发育期施入。采后肥由1次施改为在6月中旬和6月下旬分2次施入高氮复合肥以延长夏梢抽生时间，利于推迟花期。9月花芽进入形态分化后，重施有

机肥，使土壤有机质含量保持在25g/kg以上。增加在10~12月的开花期施肥，每月施入尿素0.5kg/株以拉长各批花的花期，使枇杷花期延迟到1月开花，达到抗零下9℃强低温正常坐果的效果。

2.改水分供应延迟花期

枇杷适宜的土壤含水量为40%~50%。调节土壤含水量可控制枇杷花期。12月至翌年2月冬季冷空气来前灌水至土壤含水量50%，可防干旱引起的燥冻。3~4月幼果发育期枇杷应充足供水，土壤含水量保持在40%~50%。5月果实成熟期要均衡供水，促进果实发育与防裂果，宜采用滴灌或弥雾保持土壤含水量40%左右。6月采果后，充足供水保持土壤含水量50%左右，促进夏梢生长。7~8月适度干旱土壤含水量为30%~40%，以促进花芽分化。9~11月露地土壤含水量保持在35%左右适度干旱，以延迟枇杷花穗生长与开花，达到延迟开花避冻。

（三）摘春梢培养壮梢延迟花期

基于春梢抽发早花期就早、春梢抽发迟花期就迟，露地枇杷在2月下旬至3月上中旬，对3~5cm长的早春梢进行摘除，重新萌发的多个春梢留1个强壮新梢，其余疏除；4月抽生的晚春梢保留。通过延迟春梢抽发，依次延迟夏梢与秋梢的抽发，从而延迟花期1个月以上。

同时在全年加强枝梢管理，及时疏去过多的新梢侧枝，新梢侧枝留1~2个，对过密枝、重叠枝、细弱枝、簇状枝及

时进行疏枝，培养强壮结果枝，增强树势，提高抗寒力。

（四）病虫害的防控

迟开的易染花穗腐烂病影响坐果，因此要重点抓好花腐病的防控。枇杷的病源性病害有角斑病、灰斑病、轮斑病、胡麻枯斑病、炭疽病、枝干褐腐病、白纹羽病等。虫害有枇杷黄毛虫、橘蚜、梨小食心虫、卷蛾类、咖啡豹蠹蛾、星天牛、桑天牛、拟木蠹蛾等。

病虫防控主要抓好 3 个时期。第 1 个时期是枇杷各次抽梢期（春、夏、秋）。此期的病虫害有为害叶部的病害（灰斑病、褐斑病、叶斑病、轮斑病、炭疽病等），虫害主要是黄毛虫、拟木蠹蛾和天牛。可在新梢抽发期用 80%代森锰锌可湿性粉剂 1000 倍液+10%啶虫脒乳油 4000 倍液防治。第 2 个时期是花期，主要有花腐病，可 11 月下旬、12 下旬、1 月下旬用 40%嘧霉胺可湿性粉剂 1000~1500 倍液、45%异菌脲悬浮剂 1000~1500 倍液、30%苯醚甲环唑乳油 5000~6000 倍液进行花腐全程防控，可实现在冬季低温阴雨下延迟开花的花穗基本无腐烂，达到增强抗冻能力、提高坐果率的作用。第 3 个时期是果实发育期，此期主要病害有炭疽病、褐腐病和黑腐病，主要虫害有梨小食心虫、木虱，可在疏果后套袋前用 80%代森锌锰可湿性粉剂 1000 倍液+10%杀高效氯氰菊酯乳油 3000~4000 倍液防治。

四、技术示范推广情况

2016 年起在浙江枇杷产区应用该技术，对延迟开花避冻

效果明显，2018 年在兰溪枇杷主产区召开现场会推广应用技术。2021 年起连续 4 年列为浙江省种植业主推技术，在浙江枇杷产区全面推广。2019 年长三角枇杷产业创新联盟成立后，在长三角三省一市通过技术培训、建立示范基地，以点带面推广该技术。本技术已在省内外枇杷主产区广泛应用，自 2016 年起，累计推广 99 万亩，新增产值 30 亿元，新增利润 20 亿元。

典型应用案例 1：兰溪白露园家庭农场增产增效显著

兰溪白露园家庭农场，面积 60 亩。2018 年起应用春梢摘心、花前施有机肥与花期 10、11、12 月施尿素处理延迟开花防冻与 11 月下旬、12 月下旬、1 月下旬喷嘧霉胺、异菌脲等防花腐结合的综合防冻技术，使 90%以上花穗可正常坐果，实现枇杷年年不受冻，2021 年 1 月强低温冻害后，露地枇杷园平均亩产 280 kg，比对照 160 kg 增产 75%，售价 50 元/kg，比对照增加 35 元/kg，增效 150%。

典型应用案例 2：杭州塘北鲜果有限公司增产增效显著

杭州塘北鲜果有限公司，枇杷面积 250 亩。2019 起用春梢摘心、花前施有机肥与花期 10、11、12 月施尿素处理延迟开花防冻与 11 月下旬、12 月下旬、1 月下旬喷嘧霉胺、异菌脲等防花腐结合的综合防冻技术，在 2021 年 1 月浙江枇杷产区强低温冻害下，枇杷亩产为 320 kg，产量比对照亩产 246kg 提高 30%，优质果品率比对照提高 25.6%，亩增收提高 3000 元以上。

五、技术依托单位

浙江省农业科学院、浙江省农业技术推广中心

联 系 人：陈俊伟、周慧芬

联系电话：13858077420、0571-86757893

电子邮箱：chenjunwei@zaas.ac.cn、12355694@qq.com

麦玉轮作垄膜沟播节水增产减排综合调控技术

一、适宜区域

汾渭平原、西北旱区。

二、适用作物

冬小麦、夏玉米。

三、技术要点

麦玉轮作垄膜沟播节水增产减排综合调控技术的核心包括垄膜沟播种植技术、田块优化技术、周年水肥精量调控技术。

（一）整地与播种

1.小麦

品种选用。选择适合本地种植、通过审定且广泛推广的高产稳产小麦品种，纯度、净度和发芽率达到国家GB 4404.1规定。

包衣拌种。应用种子包衣或药剂处理，因地制宜，科学选药，严控“白籽”下地。针对多种病虫混合重发区，合理设计杀菌剂与杀虫剂混用配方，实现混合拌种、“一拌多效”。种衣剂及拌种剂的使用应符合 GB/T 8321 要求。

整地。玉米收获后作物秸秆粉碎还田，3年深耕或深松1次，及时机械整平，符合NY/T 500要求。采用深耕与旋耕、镇压相结合的方式进行土壤耕作。连续旋耕2～3年后深耕1

次，耕深≥30 cm。考虑当地土壤质地类型、畦田特点以及灌水用工成本等因素，建议当地较优田块长度控制在70 ~100 m，田块宽度为2 ~4 m。采用垄膜沟播种植技术，垄宽均为40 cm、垄高20 cm，沟宽60 cm。地膜采用厚度0.010 mm的聚乙烯塑料地膜，垄覆膜、沟不覆膜。覆一次地膜冬小麦和夏玉米两茬使用；第二茬收获后，机械或人工回收残膜。

播种。播期，小麦综合考虑主推品种特性和当地气象条件等，一般适宜播期为10月中上旬。播量，在适播期内，应精量播种，按照12.5 ~15.0 kg/亩播量播种；如播种时间推迟，须增加播种量，一般晚1天播种，每亩大约增加0.25 ~0.5 kg种子。播种时耕层墒情宜为土壤相对含水量75%左右，播深3 ~ 5cm。沟内种植，行距15 cm（一沟4行）。

2.玉米

品种选用。选用国家或省农作物品种审定委员会审定的，适宜当地种植的熟期适宜、耐密抗倒、高产稳产、多抗广适、综合性状优良的玉米品种。种子质量应符合GB 4404.1规定。

包衣拌种。根据当地病虫发生情况可进行包衣处理，播前开展晾晒等种子活力提升处理。种衣剂及拌种剂的使用应符合GB/T 8321要求。

抢时播种。小麦收获后宜选用高性能免耕精量播种机抢时播种。

播种密度及方式。中大穗型品种4500 ~5000 株/亩，耐密型品种可增加至5500 ~6500株/亩，沟内宽窄行种植（一沟2行），宽行60 cm、窄行40 cm，播深3 ~5 cm。

（二）肥水管理

1.肥料施用

（1）小麦。氮肥选用缓释尿素，播种前亩基施纯N10 ~12 kg，$P_2O_5$7 ~ 9 kg，K_2O7 ~10 kg。

（2）玉米。氮肥选用缓释尿素，播种前亩基施纯N12 ~15 kg，$P_2O_5$7 ~9 kg，K_2O7 ~10 kg。

2.灌溉

根据小麦、玉米不同生育时期对水分的需求进行灌溉。

（1）小麦

采用当地常规的地面灌溉技术，冬小麦拔节期、灌浆期入畦单宽流量应控制在13.5~15.0 L/(s·m)，改水成数在6~7成。在小麦拔节期和灌浆期进行补灌，补灌量根据降雨年型，平水年补灌30~40 m^3/亩、干旱年补灌50~60 m^3/亩、湿润年不补灌。

（2）玉米

夏玉米生长期内灌水应控制入沟单宽流量在 13.5~14.0 L /(s ·m)，改水成数在 6.5~7.0。在玉米拔节期和灌浆期进行补灌，平水年补灌 30~40 m^3/亩、干旱年补灌 50~60 m^3/亩、湿润年不补灌。

（三）病虫草害防治

采用大中型喷杆喷雾机弥雾喷施或无人机飞防，生长期使用杀虫剂、杀菌剂、植物生长调节剂、叶面肥、微肥等混配剂喷雾，达到优化群体结构，病虫防控，防干热风，增粒增重的多重效果。农药使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 规定。

1.小麦。化学除草。播后苗前进行土壤封闭除草。在小麦 3 ~ 5 叶期，选用适宜的除草剂进行化学防除。春季麦田化学除草应在返青至起身期进行。**病虫害防治。**返青至拔节期将杀菌剂、杀虫剂、叶面肥/生长调节剂科学混配，一次施药，防病、防虫、防早衰。

2.**玉米。苗期。**在玉米 3 ~ 5 叶期进行化学除草，重点防治灰飞虱、蚜虫等虫害。**穗期及花粒期。**在大喇叭口期至灌浆期，混合喷施杀菌剂、杀虫剂和叶面肥，防病治虫、促增产。

（四）减损收获

小麦。蜡熟末期到完熟初期收获，植株变黄，籽粒变硬，含水率 20%以下，及时烘干、晾晒。

玉米。苞叶干枯，籽粒乳线消失、灌浆线消失，出现“黑层”时收获。根据田间和天气情况机收果穗或直收籽粒，在不耽误小麦播种的前提下可延长 7~10 天左右收获。籽粒含水率小于 28%时，可视情况选择籽粒直收，收获后及时晾晒或烘干。

四、技术示范推广情况

典型应用案例1： 泾惠渠灌区麦玉轮作节水优产减排增效综合技术

主要内容：针对泾惠渠灌区作物种植结构，综合田块优化、垄膜沟播种植技术、关键生育期补灌、灌水参数优化和缓释氮肥施用，形成了“麦玉轮作节水高产减排增效综合技术”。

应用规模：自2021年开始，累计示范推广20650亩。

应用效果：小麦/玉米全生育期灌水量可减少150 m^3/亩，氮肥施用量（纯N）减少6.5 kg/亩，小麦、玉米增产90~120 kg/亩，平均效益达401.8元/亩，水氮利用效率提高15%以上，温室气体排放总量降低8%左右。

典型应用案例2： 交口抽渭灌区麦玉轮作节水优产减排增效综合技术

主要内容：有效集成了田块优化、垄膜沟播种植、灌水参数优化、关键生育期补灌和缓释氮肥减施等技术措施。

应用规模：自2021年开始，累计示范推广29800亩。

应用效果：小麦/玉米轮作增产180~200 kg/亩，灌水量减少120~180 m^3/亩，纯N施用量减少10 kg/亩，节约灌溉用水540万 m^3，平均经济效益399.6 元/亩，水氮利用效率提高15%~25%，可降低温室气体排放量5%以上。

五、技术依托单位

（一）西北农林科技大学

联系地址：陕西省咸阳市杨陵区西农路22号

邮政编码：712100

联　系　人：孙世坤、谷晓博、文明宜

联系电话：18682965189

电子邮箱：guxiaobo@nwafu.edu.cn

（二）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街 20-718

邮政编码：100125

联　系　人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194532

电子邮箱：chenguangfeng@agri.gov.cn

西北内陆中轻度盐碱化耕地节水抑盐水肥盐调控技术

一、适宜区域

西北内陆干旱区。

二、适用作物

棉花、玉米。

三、技术要点

西北内陆中轻度盐碱化耕地节水抑盐水肥盐调控技术的核心技术包括不同土壤质地及不同盐碱化程度的农田适宜滴灌带滴头参数、播种期滴水保苗方案、基于水盐动态阈值的生育期水盐调控灌溉、氮磷肥滴施时机与全生育期配套施用生物有机肥等。

（一）整地与播种

1.棉花

（1）整地。清除棉田上残留的作物秸秆、残膜及杂草，土壤翻耕深度在25 cm以上，对翻耕后的土地进行耙地处理，使土壤表面平整，减少大土块。

（2）播种。播期，当膜下5cm地温稳定在12℃以上时开始播种，一般在4月20日前后结束播种。播量，种子用量4～6 kg/亩，每穴点播2～3粒，空穴率不超过1%。播种深度，一般以3cm为宜，砂土可稍深一点，可到3.5cm；壤土、黏土稍浅一点，2.5cm即可。

2.玉米

（1）整地。早春土壤解冻后，清理田间根茬杂草，土壤翻耕深度以25～30cm为宜，耙碎土块、耙平地表。

（2）播种。播期，当5～10cm深处地温稳定通过10～12℃，且土壤墒情良好时，开始播种。适宜播期在4月中下旬至5月初。播量，一般控制在2.5～3.5kgkg/亩，精确调整播种机，实现单粒精量播种。播种深度，一般应控制在4～6cm；土壤砂性大、墒情差的地块可适当深播，约5～6cm。播种密度，耐密型品种定苗密度以5500～7000株/亩为宜。

（二）滴头参数选择与滴灌带布置

1.滴头参数与滴灌带布置

（1）滴头参数选择。滴头流量及滴头间距大小应根据耕地土壤质地及盐碱化程度合理选择，轻度盐碱化耕地：黏土质地滴头流量宜采用2.0～2.4L/h、滴头间距25～30cm；壤土质地滴头流量宜采用2.7～3.2L/h、滴头间距25～30cm；砂土质地滴头流量宜采用1.4～2.0L/h、滴头间距30～40cm。中度盐碱化耕地：黏土质地滴头流量宜采用1.4～2.0L/h、滴头间距25～30cm；壤土质地滴头流量宜采用2.4～3.0L/h、滴头间距25～30cm；砂土质地滴头流量宜采用1.4～2.4L/h、滴头间距30～40cm。

（2）滴灌带铺设与覆膜。采用机械化作业，滴灌带铺设和覆膜一体化一次性完成，播种过程中应避免机械损坏滴灌带。棉花，宜采用机采棉种植模式，一膜3带6行滴灌带铺

设方式，滴灌带铺设于窄行正中位置，滴灌带间距76cm。玉米，宜采用70cm+40cm宽窄行种植模式，滴灌带铺设于窄行正中位置，滴灌带间距110cm。滴灌带的选用应符合GB/T 19812.1和GB/T 19812.3的要求，滴灌带直径16 mm，滴头的额定工作压力为0.8 ~ 0.1 MPa。地膜选用应符合GB 13735的要求，幅宽2.05 m，厚度大于0.01 mm。滴灌带和地膜铺设完成后，连接滴灌带、支管和干管，通过干管与接通水源，各级管道的田间规划设计应符合GB/T 50485的要求。

（三）生育期水盐调控

1.滴水保苗

（1）适墒播种。根据盐渍化程度不同，轻度盐渍化土壤宜采用“干播湿出”技术，技术要点为播种与滴灌带铺设同步进行，播种后进行滴水，灌水定额为20 ~ 40 m^3/亩。中、重度盐渍化土壤宜采用“滴水出苗”技术进行滴灌春灌补墒驱盐，技术要点为先覆膜铺设滴灌带，铺完后开始滴淡水，灌水定额为40 ~ 60 m^3/亩。冬灌地墒情差或返盐较重的耕地，应进行滴灌春灌，灌水定额为60 ~ 80 m^3/亩，当0 ~ 20 cm土层土壤含水率降至田间持水量的80% ~ 85%时、膜下土壤温度稳定在12℃以上时适墒播种。

2.水盐调控灌溉

根据土壤墒情、土壤盐分、根系深度进行水盐调控灌溉决策，作物灌水定额分为常规需水定额与根区淋洗定额两种。

（1）灌溉决策。根据作物根系层的实时土壤水盐数据与不同生育时期水盐动态阈值相比较，进而计算确定作物常规需水定额与根区淋洗定额。根据以下3种情景进行动态灌溉决策：（1）若土壤计划湿润层的含盐量低于相应生育时期的耐盐阈值，而含水量降低至水分控制下限时按照需水定额进行灌水；（2）若计划湿润层的含盐量高于相应生育时期的耐盐阈值，则按照根区淋洗定额进行滴灌淋洗盐分；（3）若计划湿润层的含盐量低于耐盐阈值，含水量高于水分控制下限时则不进行灌水。灌水定额$\boldsymbol{m}$、需水定额$\boldsymbol{m_1}$、根区淋洗定额$\boldsymbol{m_2}$计算公式如下：

$$\begin{cases} m_1 = 10Z \cdot \gamma \cdot p\left(\theta_{max} - \theta_{min}\right) & \theta_t \le \theta_{min}, S_t \le S_{th} \\ m_2 = 10Z \cdot \gamma \cdot p\left(\theta_{\max} - \theta_t\right) + \dfrac{1000Z \cdot \gamma\left(S_t - S_{th}\right)}{K} & S_t > S_{th} \\ m = 0 & \theta_t > \theta_{min}, S_t \le S_{th} \end{cases} \tag{1}$$

式中，m为作物灌水定额（mm）；m_1为作物需水定额（mm）；m_2为作物根区淋洗定额（mm）；Z为土壤计划湿润层深度（cm）；γ为土壤容重（g/cm^3）；p为设计土壤湿润比（%），滴灌取70%；θ_{max}为土壤水分控制上限（%）；θ_{min}为土壤水分控制下限（%），根据不同生育时期预设的水分下限赋值；θt为实时土壤体积含水率（cm^3/cm^3）；S_t为实时土壤含盐量（g/kg），根据经验公式与土壤温湿盐传感器实时电导率值换算得到；S_{th}为作物各生育时期耐盐阈值（g/kg）；K为排盐系数，表示单位体积淋洗水量从土壤中排走的盐量（kg/m^3），一般取15～25 kg/m^3。

（2）常规需水定额。常规需水定额m_1根据公式（1）计算确定，当土壤含水率达到设置的土壤水分控制下限时，按照计算所得的需水定额m_1补充灌溉水至土壤水分控制上限。棉花，苗期、蕾期、花铃期和吐絮期按土壤水分下限分别应控制在田间持水量的50%、60%、75%和55%。玉米，苗期、拔节期、抽雄吐丝期和灌浆成熟期按土壤水分下限分别应控制在田间持水量的60%、60%、75%和65%。土壤水分上限应控制在田间持水量的100%。

（3）根区淋洗定额。根区淋洗定额由灌至田间持水量所需定额与滴灌淋洗盐分所需定额两部分组成。根据作物实时水盐数据与不同生育期耐盐阈值，由公式（1）计算确定根区淋洗定额m_2。棉花，不同生育期耐盐阈值$EC_{1:5}$：苗期1.05 ~ 1.21mS/cm、蕾期0.79 ~ 1.19 mS/cm、花铃期0.86 ~ 1.32 mS/cm、吐絮期1.71 ~ 1.97 mS/cm。玉米，不同生育期耐盐阈值$EC_{1:5}$：苗期0.5 ~ 0.7mS/cm、拔节期0.8 ~ 1.0mS/cm、抽雄吐丝期0.7 ~ 0.9mS/cm、灌浆成熟期1.0 ~ 1.2mS/cm。

（4）土壤计划湿润层深度。根据作物相应生育时期的根系深度确定土壤计划湿润层深度。棉花，苗期、蕾期、花铃期和吐絮期分别宜为地表以下20 、40 、60cm和60 cm。玉米，苗期、拔节期、抽雄吐丝期和灌浆成熟期分别宜为地表以下20 、40 、60cm和60 cm。

（四）氮、磷肥滴施时机

通过调整氮、磷肥的滴施时机进而降低根区氮素、磷素淋失，使氮素、磷素有效分布在作物根区内。

1.氮肥滴施时机

盐碱地氮肥滴施时机不宜过早，宜先灌水（1+2/3t）小时再随水施入氮肥（t为一次灌水时长）。

2.磷肥滴施时机

宜先灌水（1+1/3t）小时再随水施入磷肥（t为一次灌水时长）。

3.滴施时机具体操作

例如灌水时间为6小时，在灌水（1+2/3 × 6）小时后滴入氮肥、灌水（1+1/3 × 6）小时后滴入磷肥，单次施肥过程中，应至少在灌溉结束前1小时投入化肥，施肥时长一般约0.5小时，剩余0.5小时冲洗管道，以保证肥料完整输送至作物根部。肥料应符合NY/T 496、NY 1107和NY/T 1118的规定，结合作物需肥规律和滴灌特点制定施肥制度。应根据作物不同生育期需肥规律每次灌水追施肥料，大量元素应采用施肥器施肥，施肥器的使用应符合SL 550的要求。

（五）配套技术

宜在非生育期配套施用固体生物有机肥，生育期配套施用水溶性生物有机肥、微生物菌剂等产品，加大有机物料投入，减少有机质缺乏和洗盐造成的碳损失，促进作物根茎生长，快速提升盐碱地有机质，提高土壤肥力。

四、技术示范推广情况

2024 年和 2025 年在南疆及北疆盐碱地棉花、玉米技术推广应用，累计示范面积 1.2 万亩。

典型应用案例 1：2024 年度在北疆克拉玛依农业综合开发区开展了棉花滴灌技术参数优化组合（适宜滴头流量、滴头间距、灌水定额）、氮磷肥滴施时机、配套施用有机水溶肥及微生物菌剂等水肥盐调控技术推广应用 3000 亩，0~20cm 土壤平均总盐为 8.57g/kg。示范区应用该技术后根系层平均脱盐率 10.35%～11.21%，经现场测产，示范地块平均产量（籽棉）412.54 kg/亩，对照地块平均产量（籽棉）373.28 kg/亩，棉花平均增产 10.52%，籽棉收购价 6.48 元/kg，平均增效 254.42 元/亩，合计增效 76.32 万元。

典型应用案例 2：2025 年度在北疆克拉玛依农业综合开发区另外区域开展了棉花滴灌技术参数优化组合（适宜滴头流量、滴头间距、灌水定额）、氮磷肥滴施时机、配套施用有机水溶肥及微生物菌剂等水肥盐调控技术推广应用 8000 亩，0~20cm 土壤平均总盐为 10.38g/kg。示范区应用该技术后棉花亩均保苗提高 48%，耕层土壤总盐较对照区下降 9.5 g/kg，经现场测产，示范区平均产量（籽棉）343.01 kg/亩，对照地块平均产量（籽棉）285.98 kg/亩，棉花平均增产 19.94%，籽棉收购价 6.30 元/kg，平均增效 359.29 元/亩，合计增效 287.43 万元。

典型应用案例 3：2024 年度在南疆巴音郭楞蒙古自治州博湖县开展了玉米滴灌技术参数优化组合（适宜滴头流量、

滴头间距、灌水定额）、氮磷肥滴施时机、暗管排盐参数等灌排协同调控技术推广应用 1000 亩。示范区土壤盐分由原来的平均 19 g/kg 下降至 9 g/kg，经现场测产，示范区玉米平均产量 987.86 kg/亩（含水量为 21%），对照区玉米平均产量 806.96 kg/亩（含水量为 21%），玉米平均增产 22.41%，玉米籽粒平均收购价 1.80 元/kg，平均增效 325.62 元/亩，合计增效 32.56 万元。

五、技术依托单位

（一）新疆维吾尔自治区农业科学院农业资源与环境研究所

联系地址：新疆乌鲁木齐市南昌路 403 号

邮政编码：830091

联 系 人：徐万里、米力夏提·米那多拉、谢香文、许咏梅、吴常雪、萨仁娜、张峻霄、张晔山

联系电话：18999869416

电子邮箱：363954019@qq.com

（二）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街 20-718

邮政编码：100125

联 系 人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194532

电子邮箱：water@agri.gov.cn

旱地春玉米深松沟播集雨种植技术

一、适宜区域

陕西渭北、甘肃陇东、山西晋南等黄土高原年均温11~15 ℃，降水量500~600 mm的旱作一熟及两年三熟雨养农业区。

二、适用作物

春玉米。

三、技术要点

（一）整地与播种

1.品种选用

根据当地的自然条件，选用国家或省农作物品种审定委员会审定的，适宜当地种植的熟期适宜、耐密抗倒、高产稳产、多抗广适、综合性状优良且适合机播机收的优良玉米品种。选购经过分级和专用种衣剂包衣的高质量单粒精播种子。种子质量应符合GB 4404.1规定。比如：郑单958、先玉335、良玉99、陕单609、蠡玉16号、蠡乐969等。

2.包衣拌种

根据当地病虫发生情况可进行二次包衣，播前开展晾晒等种子活力提升处理。种衣剂及拌种剂的使用应符合GB/T 8321要求。

3. 整地

在上年秋季作物收获后，前茬作物的秸秆和残茬全部粉碎（5 ～10 cm）还田，作业质量符合NY/T 500的要求。结合翻耕将秸秆残茬翻埋还田，深度20 ～25 cm。

第2年春玉米播种前进行深松耕，深度35 ～45 cm，时间间隔1～2年。深松机技术状态、性能指标和安全规则应符合NY/T 1418的要求。

4.播种

播种密度：耐密型品种5500～6000株/亩，中大穗型品种4500～5000株/亩，旱薄地降至3800～4200株/亩。播种时间：当春季土层5 ～10 cm地温稳定在10℃时以上为适宜播种期，一般在4月下旬。播种机械：2BYF-4（200）型旱地玉米起垄施肥沟播一体机（西北农林科技大学与西安亚澳农机股份有限公司联合研制），集成旋耕、施肥、开沟、起垄、播种、覆土、镇压7道工序。播种方式：先用沟播一体机的旋耕装置进行整地，旋耕深度12 ～15 cm，然后沟播犁将表层干土推向两侧，形成明显的沟和垄，将种子播在沟内湿土层中，播种深度3 ～5 cm，株距22 ～25 cm，行距56 cm，同时完成施肥、覆土、镇压等工序。

（二）肥水管理

1.肥料施用

肥料用量：按照测土配方施肥原则，基于旱地土壤肥力特征，分场景施肥：场景一：有机肥源丰富地区，推行“有机肥部分替代化肥”模式，在施氮肥（以纯N计）12～15 kg/

亩、磷肥（以P_2O_5计）6～8 kg/亩、钾肥（以K_2O计）6 kg/亩以上的基准下，优先采用腐熟猪粪、牛粪等有机肥替代15%～30%的化学氮肥(即减少约1.8～4.5kg/亩化学氮肥施用量)。场景二（有机肥短缺地区），推行“化学肥料精准施用”模式，保持施氮肥（以纯N计）12～15kg/亩、磷肥（以P_2O_5计）6～8kg/亩、钾肥（以K_2O计）6 kg/亩的用量，但采用缓控释氮肥替代30%～40%的普通尿素。

施肥方法：有机肥结合翻耕整地时施入土壤。化学肥料利用2BYF-4（200）型旱地玉米起垄施肥沟播一体机于播种时施入土壤。机械条状沟施化肥，化肥施于种床下方，化肥与种子之间的土壤隔离层应在5 ～8 cm。深浅一致，肥条连续均匀，无明显断条或漏施，土壤隔离层合格率≥95%。施肥量符合作物播种农艺要求。所有氮、磷、钾肥全部底施，采用分层施肥，施肥深度包括10、20 cm两层。

2.灌水

玉米全生育期不灌水，如遇极端干旱或长时间干旱，玉米出现明显受旱胁迫，可酌情补充灌水30 mm左右。

（三）病虫草害防治

采用大中型喷杆喷雾机弥雾喷施或无人机飞防，生长期使用杀虫剂、杀菌剂、植物生长调节剂、叶面肥、微肥等混配剂喷雾，达到优化群体结构，病虫防控，防干热风，增粒增重的多重效果。农药使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 规定。

苗期。在玉米 3 ~ 5 叶期，可采取机械除草或化学除草。进行化学除草时，重点防治灰飞虱、蚜虫等虫害。**穗期及花粒期。**根据病虫害发生情况，大喇叭口期“一防双减”，将杀虫剂、杀菌剂和植物生长调节剂混用，对病虫害进行一次性防治。**灌浆期。**“一喷多促”，选用磷酸二氢钾、芸苔素内酯等促进生长并针对病虫发生情况配施杀虫剂、杀菌剂防控后期虫害以及茎腐病、穗粒腐病等。

（四）其他管理

化控。春玉米 6 ~ 8 展开叶化控，防止倒伏。

（五）减损收获

收获：玉米籽粒变硬，乳线消失，黑层出现时收获。根据田间和天气情况机收果穗，如籽粒含水率小于 28%时，可视情况选择籽粒直收，收获后及时晾晒或烘干，以防霉变，提高产量和品质。

四、技术示范推广情况

典型应用案例：渭北“旱地春玉米深松沟播集雨关键技术研究与集成示范”

渭北旱塬旱地农作物常年受干热气候灾害双重影响，该区春播玉米产量在正常年份为 650 kg/亩，在丰水年也很难突破 800 kg/亩。旱地春玉米深松沟播集雨关键技术主要内容包括耐旱品种鉴选、适水密度调控、微地形集雨、耕层扩蓄增容以及农机具配套等，2021~2024 年，相关技术累计推广面积达 20 万亩以上，技术“**千亩方**”示范田春玉米产量在正

常年份均达到了800 kg/亩，尤其在伏旱严重的2024年，合阳县甘井镇农户春玉米大面积绝收，示范田仍然达到了650 kg/亩的水平。

五、技术依托单位

（一）西北农林科技大学

联系地址：陕西省咸阳市杨陵区西农路22号

邮政编码：712100

联 系 人：任小龙、蔡铁、赵西宁

联系电话：17795696673

电子邮箱：rxlcxl@aliyun.com

（二）全国农业技术推广服务中心

联系地址：北京市朝阳区麦子店街20号楼

邮政编码：712100

联 系 人：吴勇、钟永红、陈广锋、沈欣、许纪元、刘晴宇

联系电话：010-59194533

电子邮箱：water@agri.gov.cn

（三）西安亚澳农机股份有限公司

联系地址：陕西省西安市鄠邑区沣京工业园兴园路10号

邮政编码：710300

联 系 人：史显光、任盈军、史江涛

联系电话：13991946364、17829189423、13572406363

电子邮箱：yaao1976@163.com

（四）陕西省农业技术推广总站

联系地址：陕西省西安市凤城七路 118 号

邮政编码：710018

联 系 人：冯小军、刘英、李晓荣

联系电话：029-87324087

电子邮箱：zhuliangzuowuke@126.com

（五）陕西省渭南市农业技术推广中心

联系地址：陕西省渭南市临渭区东风大街中段 60 号

邮政编码：714000

联 系 人：杨小强

联系电话：0913-2332038

电子邮箱：282708174@qq.com

（六）陕西省渭南市合阳县农技推广中心

联系地址：陕西省渭南市合阳县东新街

邮政编码：715300

联 系 人：王亚生、任菊勤

联系电话：0913-5523053

电子邮箱：1084795877@qq.com

小麦条锈病绿色防控技术

小麦条锈病（*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*）是世界小麦生产中主要流行病害之一，大发生年份可导致小麦减产40%以上，甚至绝收。中国是世界上小麦条锈病发生面积最大、危害损失最重的国家，病害的发生流行规律比其他国家更为复杂多变。新疆由于独特的地理屏障、气候条件和小麦种植环境，被列为全国小麦条锈病流行区划中相对独立的区系。受近年来气候变化、种植方式变化及部分主栽品种抗病性丧失等因素的影响，新疆小麦条锈病发生较重，严重威胁着小麦的高产和稳产。小麦作为新疆各族人民第一大“细粮”作物，种植面积约占粮食作物种植总面积的50%。集成新疆小麦条锈病绿色防控技术对于有效防控当地小麦条锈病流行和保障粮食安全具有重要意义。

一、适宜区域

新疆小麦种植区。

二、适用作物

小麦。

三、小麦条锈病流行区域

（一）越夏区

夏季最热月平均气温低于23℃，条锈菌可继续侵染小麦，安全渡过夏季，并向本地及相邻地区传播的区域，包括伊犁河谷、阿勒泰地区、昌吉回族自治州、塔城地区等高海拔山

区，南疆地区的阿克苏市、乌什县、温宿县、新和县及克孜勒苏柯尔克孜自治州的部分区域。

（二）常发区

气候较为湿润，当地或临近地区具有菌源地或越夏区，易于受到气流远距离传播的条锈菌侵染，导致小麦条锈病经常发生的区域，如伊犁州河谷地区、塔城地区、昌吉回族自治州等的高海拔山区。

（三）易发区

秋苗易发病，冬春季气候较为干燥，越冬菌源量不稳定，春季发病程度受冬春季降水影响较大的区域，如阿克苏地区。

（四）偶发区

秋苗很少发病或条锈菌无法越冬，春季气候干燥，本地菌源缺乏，一般年份不易发病的区域，如喀什地区、和田地区。

四、技术要点

遵循“预防为主、综合防治”的植保方针，采取“抗病品种+适期晚播+生态调控+精准用药”的绿色防治技术，结合新疆小麦条锈病不同流行区域的发生特点，因地制宜，分区治理，重点针对越夏区及常发区开展治理工作，达到持续有效控制小麦条锈病的目的。

（一）抗病品种合理布局

根据不同地区流行的生理小种进行合理布局，保证生产中所用小麦抗病品种及其抗病基因来源多样化，可选择性种植高抗条锈病的新春32、新春51、粮春1723、粮春1817。

（二）菌源治理

条锈病菌源基数在病害流行中起着重要作用，通过以下措施可压低菌源基数。

合理轮作：与水稻、玉米、棉花、马铃薯、油菜、蔬菜等作物开展2～3年轮作倒茬，可显著压低菌源基数。

适期晚播：根据当地播种适期内气象条件和土壤墒情综合判定，冬小麦适期晚播5～7天，降低秋苗感染率，减少早期菌源，控制小麦条锈病发生面积和程度。

清洁田园：及时清除田间自生麦苗；复播作物田清除杂草，尤其注意清除禾本科杂草；小麦或复种作物收获时减少麦粒掉落；收获后及时采取深耕、灌水等手段，灭除田间自生麦苗及其他条锈菌寄主，从而减少越夏菌源，减轻秋苗发病。

（三）合理进行水肥管理

利用测土施肥技术，根据当地土壤理化特性选用适宜的营养元素配比，适当增施磷钾肥，减施氮肥，同时提倡施用腐熟的有机肥。按照土壤墒情确定灌水时期和灌水量，可增强小麦植株抵抗力，减少条锈病发生。按照DB65/T 4429和DB65/T 4137的规定执行。

（四）精准监测

充分利用基于孢子捕捉仪等智能监测设备和大数据分析技术建立的小麦条锈病自动化监测技术体系，对条锈菌田间发生为害情况进行实时监测，并结合病原菌早期快速诊断技术，及时发布条锈病预测预报信息，指导田间开展科学防治工作。

（五）分区治理技术

越夏区治理：种植具有不同抗病基因或多种抗病基因的小麦抗病品种，有效切断越夏区内循环。对小麦种子作杀菌剂拌种或种衣剂包衣处理，适期晚播，有条件的地区可与其他作物适当轮作或间（套）作。在此基础上，重点开展小麦条锈病监测调查，及时采取化学防治措施治理已达防治指标的发病田块。适时收获，农事操作时应尽量避免小麦籽粒落入田间。收获后及时深翻处理。复种其他作物时应做好除草工作，减少田间小麦自生苗数量。

常发区治理：种植具有不同抗病基因的小麦品种，实现抗病基因多元化。加强田间条锈病监测调查，及时发现并汰除感病品种。抗病品种需轮作，避免单一品种长期连续种植导致的抗病性丧失。如需种植感病品种，播种前应作杀菌剂拌种或种衣剂包衣处理，冬小麦适时晚播。根据大田监测结果，及时开展化学防治。

易发区治理：种植抗病品种，除具有全生育期抗性的品种外，特定生育期表现抗性的品种也可考虑应用。冬小麦适

期晚播。田间管理应控制氮肥用量，避免小麦贪青晚熟。加大春夏季病情测报力度，重点对发病中心进行化学防治。

偶发区治理：春季重点开展小麦条锈病监测调查，加强田间管理，合理控制化肥施用量及不同肥料的搭配比例，避免小麦贪青晚熟。确保达到防治指标即开展化学防治。

（六）科学用药技术

播种期实施药剂拌种全覆盖，杜绝白籽下种，建议选用具内吸传导性的高效低毒杀菌剂作种子包衣处理，如 60g/L 戊唑醇种子处理悬浮剂 50.0 ~ 66.6mL/100kg 种子或 27%苯醚·咯·噻虫种子处理悬浮剂 400 ~ 600mL/100kg 种子，可保护小麦幼苗，减少秋苗发病。农药使用应符合 GB/T 8321.1 和 NY/T 1276 的规定。

小麦秋苗病叶率达0.5% ~ 1.0%、早春病叶率达3%或每亩出现4 ~ 5个发病中心、旗叶始见期病叶率达5%或扬花期病叶率达20%时，可选用12.5%戊唑醇水乳剂40 ~ 66mL/亩、250g/L丙环唑乳油30 ~ 40mL/亩、15%三唑酮可湿性粉剂60 ~ 80g/亩、25%氟环唑悬浮剂24 ~ 32mL/亩、12.5%烯唑醇可湿性粉剂30 ~ 50g/亩、25%吡唑醚菌酯悬浮剂27 ~ 40mL/亩、30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂30 ~ 40mL/亩、15%丙唑·戊唑醇悬浮剂40 ~ 60mL/亩、50%苯甲·丙环唑水乳剂9 ~ 12mL/亩、19%啶氧·丙环唑悬浮剂53 ~ 70mL/亩及时喷雾，提倡轮换用药，结合一喷三防，开展区域联防联控和统防统治，有效控制小麦条锈病的流行和为害。农药使用应符合GB/T 8321.2、GB/T 8321.10和NY/T 1276的规定。

五、技术示范推广情况

典型应用案例：伊犁哈萨克自治州、昌吉回族自治州小麦条锈病绿色防控技术示范推广

2021~2024 年，在伊犁哈萨克自治州和昌吉回族自治州等小麦条锈病常发区连续 3 年开展小麦条锈病绿色防控技术试验和示范，制定了《小麦条锈病绿色防控技术规程》（DB65/T 4948-2025），实现了小麦条锈病绿色防控技术管理标准化，适期晚播、合理密植、精准调控等农业措施形成标准化操作流程，显著降低了病害发生风险。戊唑醇、丙环唑、氟环唑、啶氧·丙环唑等药剂的应用技术示范，精准施药和统防统治已成为常规手段，年均推广面积 100 万亩次以上。轮作倒茬和深翻灭茬技术普及率超过 60%，有效降低了田间菌源基数。利用孢子捕捉仪和大数据分析，实现病害流行趋势的实时监测与预警，准确率达 85%以上，植保无人机飞防覆盖率达 90%以上，施药效率大幅提升。该技术标准在全区进行了推广应用，有效地控制了小麦条锈病发生流行。

六、技术依托单位

新疆维吾尔自治区植物保护检疫站、新疆维吾尔自治区农业科学院植物保护研究所、伊犁哈萨克自治州农业技术推广总站

联 系 人：芦屹

联系电话：15199101887

电子邮箱：zbzfzk@163.com

棉花“干播湿出”技术

一、适宜区域

新疆棉区。

二、适用作物

棉花。

三、技术要点

干播湿出技术即膜下滴水补墒出苗技术，在棉花播种前不进行冬春灌，直接耙后铺滴灌带、地膜，待达到棉花适宜出苗温度时播种，播种后48小时内通过膜下滴少量水，使膜下土壤墒情达到种子出苗的要求，保证土壤墒情均匀一致，有利于棉种快速一致发芽，提高出苗率，防止出现大小苗现象，达到苗齐、苗壮、苗匀的生产目标。

（一）整地与播种

1.品种选用

选用早熟性好，品质优良、高产稳产、抗病抗旱、适宜机采的品种。

2.整地

运用分流式平地机开展整地作业。对角整地，做到土壤细碎、边角整齐、地面平整，达到“平、碎、净、齐、实”要求。

3.播种

将3.0~4.5cm的平头鸭嘴更换为长度2.6~2.8cm的十字型小尖嘴。播种深度不宜过深。一般播深为1cm左右，做到浅播种、匀下籽。采用侧封土技术。种孔不覆土，利于棉种出苗。播后滴两次水。播种后在48小时内进行首次滴水，使种子充分吸胀，盐碱重棉田适当加入酸性改良剂，淡化盐碱度；5~7天后进行第2次滴水，防止土壤板结影响出苗。

（二）肥水管理

1.精准水肥一体化

（1）水肥精准调控。基于测土配方施肥成果，在传统水肥一体化灌溉系统的基础上，采用自动化施肥设备、电动球阀等设备，通过物联网等现代技术远程操控，结合水溶肥、液体肥的使用，实现水肥定量控制和精准施肥。每亩推荐施用氮肥（N）20~22kg，磷肥（P_2O_5）10~12kg，钾肥（K_2O）7~9kg。15%的氮肥、30%的磷肥和 20%钾肥作基肥。从蕾期开始一水一肥，追肥 8~10 次。

蕾期。根据长势随水滴施 15%的氮肥、25%的磷肥和 20%钾肥。促进壮苗早发、头水前移，滴水 1~2 次。第 1 次滴水量 15~20m^3/亩，10~12 天后第 2 次滴水，滴水量 25~30m^3/亩。头水确保浸润深度达到 40cm。

花铃期。棉田见花后加大水肥投入，随水滴施 55%氮肥、35%磷肥和 45%钾肥。滴水 5~6 次，滴水周期缩短至 6~7 天，每次滴水量 30~35m^3/亩。

吐絮期。随水滴施 15%的氮肥、10%的磷肥和 15%钾肥。

吐絮初期滴水施肥防止早衰，增加铃重。单次滴水量 20m³/亩左右。根据棉铃发育情况应当在 8 月 15 日前后停肥，8 月 25 日前后停水。长势偏旺棉田提前停水，保水较差地块或遇高温天气可推迟停水时间。

（2）施用有机肥。通过施用堆沤肥或秸秆还田，与化肥配合施用，缓急相济。有机肥以基施为主，采用抛撒机械均匀施入，耕翻入土，施用量 2~3m³/亩。秸秆采用粉碎翻压、堆沤等还田方式，配合施用尿素和秸秆腐熟剂。

（3）无人机叶面施肥。早晚时段喷施磷酸二氢钾、尿素等叶面肥。蕾期、花铃期和铃期3个阶段喷施，每个阶段亩施磷酸二氢钾100~120g+尿素30~50g。

2.全程精准化控

一是子叶期化调。在子叶平展时进行化调，亩用甲哌鎓 98%的粉剂 1.0~1.5g，对水量 30kg。**二是苗期化调。**喷施甲哌鎓 1~2 次，第 1 次在 2~4 叶期，亩用量 0.8~1.0g；若主茎节间长度大于 5cm 或主茎高度大于宽度时适时进行第 2 次化调，亩用甲哌鎓 1.0~1.5g。**三是蕾期化调。**分别在 6~7 叶期、10~11 叶期进行两次化调，每次亩喷施甲哌鎓 1~2g。**四是花铃期化调。**开花到打顶前化调 1~2 次，第 1 次在 12~13 叶期，亩用甲哌鎓 2~3g；长势过旺棉田适时进行第 2 次化调，亩用甲哌鎓 2~3g。**五是打顶后化控。**打顶后需要进行两次化控。第 1 次在打顶后 5~7 天进行，亩用甲哌鎓 5~7g；第 2 次在打顶后 8~10 天进行，亩用甲哌鎓 8~12g。以上化控用量，根据

棉田水肥供应、植株长势等适当调整用量。

（三）病虫草害防治

重点防治棉蚜、棉叶螨、棉铃虫、甜菜夜蛾、棉蓟马、盲蝽象和枯黄萎病以及龙葵等杂草，棉蚜、棉叶螨、棉蓟马、盲蝽象防治时注意交替用药，棉铃虫坚持系统调查和监测，控制一代发生量，科学合理用药，“打在卵高峰，治在三龄前”。枯黄萎病棉田可适量滴施芽孢杆菌等生防制剂。

（四）其他管理

科学脱叶。根据棉花长势长相、吐絮情况，一般在棉花吐絮30%~40%时喷施脱叶剂。使用安装有分禾器和分层喷头的吊杆式喷雾机进行喷雾作业，确保棉花上、中、下部叶片均匀附着药液，提高脱叶率，密度大的棉田可分次施药，两次间隔5~7天。

（五）减损收获

采收前适时停水停肥，及时清除影响采棉机作业的滴灌设施。棉株脱叶率达到90%以上，吐絮率达到95%以上时进行机械采收。及时检测棉花采净率、回潮率及含杂情况，回潮率>12%时不应继续采收。收获后及时回收清理残膜。

四、技术示范推广情况

该技术自2022年示范推广以来，新疆维吾尔自治区农业技术推广总站依托全区农业技术推广服务体系等，通过高产田创建、示范观摩、书籍论文、科普手册、标准规程等多种形式，结合广播电视、媒体报纸等多形式、多渠道开展技

术示范推广，累计推广面积 3000 万亩以上。该技术通过与品种选择与全程质量化控、肥水前移及一体化、适时打顶、科学脱叶、适时采收等技术协同配套，较非项目区平均亩产水平高出 28kg，项目区整体好于当地平均生产水平。

2024 年，依托新疆维吾尔自治区农业技术推广总站蹲点包联技术服务，指导博州精河县创建“百千万”高产示范田 23 块，创建面积 7.8 万亩。经专家组实产实收测定，“百亩攻关田”平均亩产 743.6kg，“千亩创建方”平均亩产 667.6kg，“万亩示范片”平均亩产 630.5kg，精河县棉花“百千万”高产示范田机采实收产量创全国纪录；巴州轮台县创建 2 个万亩示范片，在野云沟乡大农场棉花种植基地（100 亩、4.4m 膜、一膜 12 行 6 带高密度种植、边行增密模式）、哈尔巴克乡 1 大队利华集团棉花基地（120 亩、2.05m 膜、一膜 6 行 3 带高密度种植、边行增密模式）、群巴克镇阿克亚村国欣种业万亩基地（110 亩、2.05m 膜、一膜 6 行 3 带高密度种植、滴灌带宽行偏置模式）等 3 处建立“百亩攻关田”。经专家实收测产，棉花“千亩田”实收 682.9kg/亩、“万亩田”实收 564.1kg/亩。

五、技术依托单位

新疆维吾尔自治区农业技术推广总站

联 系 人：孔德鹏

联系电话：15199031790

电子邮箱：1505956710@qq.com

西北露地西瓜甜瓜轻简机械化栽培技术

一、适宜区域

新疆、甘肃、宁夏等西北地区。

二、适用作物

西瓜、甜瓜。

三、技术要点

（一）育苗播种

1.品种选择

结合不同产区对品种的要求以及品种特点，选择适宜机械化移栽、结果性强，不易结根瓜，坐果节位合适，坐果时间集中，果型均匀，抗病性强的西瓜和甜瓜品种。

2.种子处理

种子处理宜采用干热处理方法，先将种子于40℃干热恒温下处理24小时，然后在70℃干热恒温下处理24小时。

3.育苗

在日光温室或塑料大棚内适时育苗，同时需根据季节气候条件配备相应的保温设备，育苗质量可参照相关瓜类壮苗标准，并且满足机械化移栽的要求：日历苗龄达到25～35天，胚轴长度6.5cm以下、茎粗0.3cm以上，根系发达，侧根数量多、呈白色，形成紧实根坨，叶片深绿、舒展，无病虫害。

（二）栽培模式

甜瓜采用平畦单行种植，于两根滴灌带之间移栽瓜苗，根据地力和种植品种合理配置株距，一般为 60 ~ 80cm，每亩种植 360 ~ 550 株。西瓜采用平畦单行种植，种植行中间铺设 1 条滴灌带，距滴灌带 3 ~ 5cm 处移栽或播种，行距 180 cm，株距 50 ~ 55cm，每亩保苗 600 ~ 700 株。

（三）耕整地

1.地块选择

以壤土或砂壤土为宜，排水良好，地势平坦，坡降小于 0.3%，土层厚，土壤条件均匀，土壤含盐量 0.5%以下，pH7 ~ 8，土壤有机质含量 10g/kg 以上，碱解氮 60mg/kg 以上，速效钾 140mg/kg 以上，有效磷 15mg/kg 以上；不宜连作种植西瓜和甜瓜，轮作期不少于 3 年；不可与其他葫芦科作物及茄科作物连作或邻作，前茬以粮食、豆类或葱蒜类作物为宜。

2.整地

春季土壤合墒后，采用铧式犁、旋耕机、镇压器等土壤耕作机械对耕层土壤进行翻垡、松碎、平整、镇压，翻耕深度 20 ~ 30cm，土壤耕整作业后，要求土壤表面平坦，土块细碎，无残枝等各类杂物。

3.施基肥

西瓜沟心距 1.8m，亩施入优质腐熟有机肥 3 ~ 4m^3+磷酸二铵 30kg。甜瓜沟心距 180 ~ 210cm（根据不同栽培品种特性选择），亩混合深施优质腐熟有机肥 3 ~ 4m^3+三元复合肥 30 ~ 45kg。基肥施用可采用有机肥深施机，一个作业流程完

成开沟、有机肥/化肥同步混合深施和沟土回填的机械化复式作业。

（四）移栽

春季移栽时，需 10cm 土层温度稳定在 13～15℃，甘肃省、新疆（吐鲁番市、哈密市和喀什地区）甜瓜产区 3 月上中旬移栽，新疆（昌吉州、阿勒泰地区等）、宁夏西瓜甜瓜产区 4～5 月上旬移栽。移栽可采用铺管铺膜坐水移栽复式作业机，一个作业流程完成旋耕、铺滴灌带（毛管）、铺地膜及膜边覆土、钵苗膜上移栽、根底注水（保苗水）、种植穴覆土及镇压的机械化复式作业。

（五）小拱棚架设与回收

1.拱棚架设

移栽完毕，根据当地气温条件，选择是否需要拱膜，拱膜架设可采用小拱棚架设机进行小拱棚棚架栽插、覆棚膜和膜边覆土，形成简易保护设施。

2.拱棚回收

夜间空气温度稳定在 15 ℃以上时可将小拱棚拆除，拱棚拆除可采用小拱棚回收机，一个作业流程即可完成棚膜、棚杆的回收。

（六）田间管理

在西瓜甜瓜伸蔓前用小型拖拉机配套中耕除草机翻耕瓜畦间土壤，以提升土壤透水透气性和蓄水保墒能力，并去除瓜畦间杂草。

1.甜瓜

（1）整枝。瓜苗5～6片真叶时打顶，留4～5个侧蔓，以后不再整枝，后期侧蔓生长过旺，长出畦面，可进行数次切除侧蔓生长点。

（2）疏果。摘除根瓜和畸形瓜，后期任意结瓜。

（3）灌溉。采用水肥一体化，苗期在出苗后蹲苗30～40天滴第1次水，亩滴水量10～30m^3，以水分浸润至膜外部边沿土壤为准；开花坐果期滴水2～3次，亩滴水量8～15m^3；果实膨大期滴水2～3次，亩滴水量8～20m^3；成熟前期滴水1～2次，亩滴水量8～15m^3，采收前10天左右停止滴水。甜瓜苗期一般不用追肥，伸蔓期结合滴灌亩追施1次平衡型水溶肥（N：P_2O_5：K_2O=20：20：20，含微量元素）5kg;开花一坐果期结合滴灌追施2次高磷型水溶肥(N：P_2O_5：K_2O=16：20：14，含微量元素）共5kg/亩；坐果后15天左右结合滴灌亩追施1次高氮型水溶肥（N：P_2O_5：K_2O=24：14：12，含微量元素）5kg；果实膨大期结合滴灌追施2次高钾型水溶肥（N：P_2O_5：K_2O=20：5：25，含微量元素），每次5kg/亩。

2.西瓜

（1）整枝。主蔓生长至50cm左右时，摘除主蔓，留侧蔓多条，顺蔓使其朝同一方向生长，整个生长期间不打杈。

（2）选果。及时剔除畸形瓜，选健壮果实留果第 15 ~ 16 节位，留第 3 ~ 4 个瓜，进行 2 ~ 3 次选果，每株只留 1 个果。

（3）灌溉。采用水肥一体化，出苗期亩滴水 20~30m^3，滴水 1 次；团棵期，滴水 1 次，亩滴水量 20 ~ 30m^3，亩施氮肥 5 ~ 6kg；伸蔓—坐果期滴水 2 ~ 3 次，亩滴水 15 ~ 20m^3；膨大期—成熟期滴水 3 ~ 4 次，亩滴水 10 ~ 15m^3，坐果后亩追施氮肥 12kg+钾肥 10kg，追施 2 ~ 3 次，采收前 10 天左右停止滴水。

（六）病虫害防治

主要病害为细菌性果斑病、白粉病、霜霉病、枯萎病、病毒病和蔓枯病和猝倒病。主要虫害有蚜虫、叶螨、潜叶蝇和烟粉虱。遵循 GB/T 23416.3 进行病虫害防治，化学农药使用按 GB 4285 和 GB/T 8321.1 ~ 8321.9 执行。生长前期可采用喷杆喷雾机进入田间喷施杀菌剂和杀虫剂。喷杆喷雾机应安装 ST110-01、ST110-015、ST110-02 等型号的低量扇形雾喷头，喷雾压力 0.2 ~ 0.4MPa，喷雾高度应距离地面 50cm。中后期封行后，可采用植保无人机进行喷雾作业，喷雾参数设定为飞行高度 3m，飞行速度 3m/s，喷雾流量 3 ~ 5L/亩，雾滴粒径以 200 μm为宜。

四、技术示范推广情况

自 2021 年在新疆吐鲁番、哈密、昌吉、喀什等西瓜甜瓜主产区开展了西瓜和甜瓜露地高效轻简机械化栽培技术

示范与推广，累计应用面积 120 万亩。一次性基施缓（控）释肥、简易整枝、有机肥深施机、铺管铺膜坐水移栽复式作业机、小拱棚架设机与小拱棚回收机等机械化轻简化栽培技术，较人工作业提高效率 8～10 倍，每亩节省劳动力成本 250 元以上，化肥减施 25%，取得良好成效，获得产区农机、农技推广服务部门及示范县种植大户的充分肯定，“CCTV13 中央电视台新闻频道”“新疆卫视”“中国农机化导报”等对该技术成果进行了报道。

五、技术依托单位

农业农村部南京农业机械化研究所、全国农业技术推广服务中心、中国农业科学院西部农业研究中心、新疆维吾尔自治区农业科学院果蔬研究所、新疆维吾尔自治区设施农业和特色农业研究发展中心

联 系 人：龚艳

联系电话：15366093017

电子邮箱：nnnGongyan@qq.com

联 系 人：周璇

联系电话：010-59194534

电子邮箱：natesc_fei@agri.gov.cn

陕西黄土高原苹果无支架密植高效栽培“3332”技术

一、适宜区域

黄土高原，主要包括榆林南部、延安大部和铜川、宝鸡、咸阳、渭南北部，属于干旱半干旱地区，存在自然灾害频发、年降雨不均、土壤瘠薄肥力差、劳动强度大等不利因素，但该区具有海拔高、光照足、土层厚、昼夜温差大、利于糖分积累等特点，完全符合苹果生长七项地理气象指标。

二、适用作物

苹果。

三、技术要点

近年来，陕西省紧紧围绕苹果产业发展实际，针对干旱半干旱地区存在的自然灾害频发、年降雨不均、土壤瘠薄肥力差、劳动强度大等突出问题，探索总结出一套旱地苹果密植高质高效栽培模式，简称“3332”模式。该模式在延安、咸阳等市推广应用后，可达到两年挂果、三年有产、五年丰产，实现早果早产、省工省力、丰产稳产、高质高效，是提高陕西黄土高原苹果产量和质量的一大创新，是增加旱地苹果效益的有效措施。技术要点如下:

（一）三强树势打基础

核心是选择根系发达、干性强、萌芽率高的适合陕西旱地果区发展的脱毒砧木和品种，搭配最佳砧穗组合，解决密

植果园建园成本高、抗旱耐瘠薄性差、结果枝组更新难、挂果晚、收益低等问题。

1.砧木选择。选用生长势较强、固定根系明显的砧木，如M26中间砧，青砧等半矮化砧木，无性系吴起楸子、富平楸子、新疆野苹果、八棱海棠等乔化砧木。

2.品种选择。选用萌芽率高易成花品种，如官崎短枝、龙富短枝、烟富6号、礼泉短富、惠民短枝等短枝型富士系品种；维纳斯黄金、秦脆、瑞雪、瑞香红、袖珍苹果等新优品种。

3.苗木选择。优先选择本区域生产、二年生带分枝脱毒壮苗、大苗。基本要求：整株无损伤，新鲜有活力，枝杆粗壮，芽体饱满，根系发达，接口完全愈合，砧桩剪除愈合完好，产地检疫合格，高度1.5m以上，粗度1.8cm以上，角度开张的侧生分枝8个以上，14个以上饱满芽；根系完整率90%以上，基部粗度达到0.4cm以上的侧根8条以上，侧根均匀舒展不卷曲，基部粗度（嫁接口上10cm处）1.8cm以上。

4.宽行密植。栽植株间距1.5~2.0m，行间距3.5~4.0m，密度83~110株/亩，也可以根据地形适当调整。进入盛果期后，控制冠幅，使行间始终保持1.5~2.0m的通道，便于机械作业和管理，实现节本增效。

（二） 三肥匹配增地力

核心是通过实施有机底肥、配方追肥、豆菜轮茬有效结合，确保果园土壤有机质含量不低于15g/kg，全面提升果园

土壤肥力和有机质含量。

1.增施有机底肥。新建园栽植坑内亩施腐熟农家肥（羊粪或商品有机肥）3000kg，株施磷肥（过磷酸钙）1kg。老园更新重建栽植坑内亩施腐熟农家肥（羊粪或商品有机肥）5000kg，株施磷肥（过磷酸钙）1kg。当年秋季，条状亩沟施腐熟农家肥(羊粪或商品有机肥)2000kg+复合肥(N∶P_2O_5∶K_2O=15∶15∶15）50kg。随着树龄增长逐年增加，5 年后秋季亩施腐熟农家肥（羊粪）3000~5000kg+复合肥 100kg，并根据经济条件，适当搭配商品有机肥 200~300kg/亩；或亩施入商品有机肥 1000kg+复合肥 100kg。

2.配方追肥。

生长季追肥。幼树新梢 10cm 时，结合灌水株施尿素 0.05~0.2kg。挂果树在花前(4 月上旬)追施氮磷复合肥或水溶肥(N:P:K=40:20:10)每亩 20 公斤；幼果期（5 月下旬），亩追施高磷水溶肥(N∶P_2O_5∶K_2O=10∶35∶10)5kg+腐殖酸 5kgkg；果实膨大期(8 月上旬),亩追施高钾水溶肥(P_2O_5:K_2O=10:40）5kg+矿源黄腐酸钾 1kgkg。

叶面喷肥。花期（4 月中旬）喷施硼+白糖+芸薹素 1 次；幼果期至果实膨大期（5~7 月），结合病虫害防治（病虫防治要在搞好清园涂白、降低越冬病虫基数的基础上重点突出石硫合剂、波尔多液两种保护性药剂的喷布。萌芽前喷施 3~5 波美度石硫合剂，萌芽后喷施 0.3~0.5 波美度石硫合剂；套袋后，单喷 2 次波尔多液，间隔 15 天），每月喷施 1 次磷酸

二氢钾，5~6 月加施氨基酸钙；果实膨大后期（8 月中旬）叶面单喷施钾肥 1 次；果实着色期（9 月）叶面喷施矿源黄腐酸钾酸 800 倍液 1 次。

3.豆菜轮茬。5 月播种黄豆或绿肥（中黄 40、中黄 38、箭筈豌豆），播种量 4~5kg/亩，8 月上旬刈割覆盖或翻压后再播种油菜（矮油 2 号、延油 2 号），播种量 0.3~0.5kg/亩，第 2 年 4 月中旬油菜开花后及时刈割覆盖或翻压。通过轮茬种植翻压，不断提升土壤肥力。

（三）三项管理早成花

核心是夏季采取“多留枝、早拉枝、强拉枝”整形控冠促花；冬季通过“多留枝、扶中杆”规范树形，协调营养生长和生殖生长平衡，优化枝叶、花果空间布局，实现树体均衡生长。

1.早拉枝。由以季节为标准确定拉枝时间，改为以当年新梢长度为标准确定拉枝时间。新梢长到 10~15cm 时，先用牙签支撑等办法开张基角；待新梢长度达到 50cm 左右时，将枝条拉到应有角度，后期梢角上翘的枝条及时开张梢角，保持直伸状态。

2.强拉枝。由小角度拉枝改为大角度拉枝，难成花的富士等品种，短枝型小主枝角度由 70° ~80° 开张到 90° ~100° ,乔化树小主枝角度由 80° ~90° 开张到 100° ~120° ，矮化树小主枝角度要根据栽植密度来确定，密度越大角度越大，一般要拉至 120° 以上。易成花的嘎拉、秦脆等品种，

基部开张角度适当减小。

3.多留枝。无论乔化、矮化还是短枝型，按矮化管理的办法培养纺锤树形。

生长季节修剪，新栽幼树要对新栽幼树要用竹竿扶正中央干，萌芽后及时抹除距地面 40cm 以下的萌芽和延长头 2、3、4 竞争芽。二年生以上树，除抹除主干以下和延长头竞争芽外，及时疏除与中杆发生竞争的新梢，其余新梢在不影响光照和树体骨架的前提下，尽量多留枝、少疏枝，保证整体枝叶量充足，增加光合效能。

冬季修剪，重点是疏枝和扶杆，疏除超过中杆同部位粗度 1/3 的竞争枝，拉开中心杆与小主枝的枝级差，最好保持 1/4~1/6 的枝级差，其余枝条一般缓放不剪，做到有空就留、尽量多留。中杆延长头衰弱时，在饱满芽处短截复壮。不同树龄冬剪后留枝要求不同，一年树 6~10 个小主枝，二年树 10~15 个小主枝，三年树 22~28 个小主枝，四年树 25~35 个小主枝，五年树 35~40 个主枝，六年后保持每株 35~40 个小主枝，小主枝保持单轴延伸，亩枝量保持在 5 万~6 万枝。随着树龄的增长，充分利用中杆上发出的幼壮枝及时更新枝龄超过 5 年的小主枝，保持中杆、小主枝（结果枝组）二级结构。

（四）两法蓄水保园墒

核心是将地布覆盖与坑施肥水充分结合，实现节水增肥和肥水高效利用，为苹果高效生产奠定基础。

1.地布覆盖。地布以早春或晚秋铺设为佳，根据树龄大小确定地布铺设宽度。幼园采用单幅地布覆盖，宽 1.4m；成年园采用双幅地布覆盖，宽 2.8m，一次覆盖可使用 5 年左右。通过地布覆盖既可集雨保墒增温，又能防除杂草，还能保持土壤通透性，省力省时、一举多得。

2.坑施肥水。可采取两种方式：一是根据树龄大小，在株间和行间树冠投影部位，挖直径 80cm、深 60cm 圆柱形穴，用长度 50cm、四周打孔的 110PVC 管，竖立于穴中央，PVC 管略低于地面，管外周边用粉碎的秸秆、树枝和土肥混合物填实，将肥水坑地表整理成锅底形，覆盖地布（株间肥水坑通行覆盖，行间肥水坑覆盖 1m 见方即可），中间留口与 PVC 管口大小一致，用塑料地漏盖封口，以便收集雨水或补充水肥。幼树挖 2 个，初果树 2~4 个，盛果树 4 个。二是在株间安装塑料水桶收集天然雨水，配套地布覆盖蓄水保墒抑制杂草，将平时收集的雨水用于解决干旱期间果园缺水的问题，最大限度的提高天然降雨利用率。技术关键是 10 年生以下的树选择 15kg 的水桶，10 年生以上的可选择 25kg 水桶，每个桶壁钻有 10~14 个 8mm 上下错开的小孔。桶内套不打孔塑料果袋（厚度不少于 10 丝），撑开与桶壁贴实，桶盖上钻 5~6 个 ϕ1.5cm 进水孔，以利收水贮水。地布覆盖时要求树株间土面低于行间土面 10cm，树两边覆盖 80~100cm 黑色地布，覆盖要求平展严实，不能有褶皱，以免影响收集雨水。待果树干旱需要浇水时，将果袋提出，雨水倒入水桶，让水

渗入土层，随后再将果袋放入桶中，盖好桶盖和地布，继续收集雨水。

四、技术示范推广情况

依托延安市果业中心和咸阳市园艺站技术支撑，陕西省果业中心连续3年在宝鸡、咸阳、延安、榆林4市15县实施旱地苹果无支架密植高效栽培“3332”技术省级示范2534亩，带动全省推广面积37万亩。

（一）典型应用案例1：咸阳市陕西黄土高原苹果无支架密植高效栽培“3332”技术示范

截至2025年，技术示范360亩，全市累计辐射推广约8000亩。以“三强树势、三肥匹配、三项管理、两法蓄水”为核心，集成创新了一套适合渭北旱塬的苹果高效栽培模式。选择青砧1号脱毒砧木，根系发达、干性强、萌芽率高，品种选择瑞雪、秦脆，优化砧穗组合，解决密植果园建园成本高、抗旱性差、挂果晚等问题；建园时亩施腐熟羊粪5t以上，行间轮作黄豆和油菜，年翻压鲜草3000kg，相当于鲜羊粪1500kg；夏季通过拉枝调控树形促进早成花，冬季扶中杆、疏除过粗过壮的大枝；每株树下埋设塑料水桶，株间覆盖黑色地布，抑制杂草并减少蒸发，雨水沿地布流入集雨桶。

咸阳市应用“3332”技术后效果明显，一是经济效益显著提升，示范园两年挂果、三年有产、五年丰产，亩产较传统果园提高20%~30%，亩产达1500kg，优质果率超80%，亩产值突破1.5万元；二是生态效益持续改善，豆菜轮茬和

有机肥投入使土壤有机质含量从10g/kg提升至15g/kg，土壤团粒结构优化，保水保肥能力增强，自然降水利用率从50%提高至75%，缓解了渭北旱塬的季节性干旱问题；三是社会效益广泛辐射，累计开展“3332”技术培训165场次，年培训果农1.8万人次，培育农民技术员1200名，带动电商、冷链物流等配套产业发展，带动农户人均增收5000元以上。

（二）典型应用案例2：延安市陕西黄土高原苹果无支架密植高效栽培“3332”技术示范

示范总面积1500亩，全市辐射带动35.6万亩以上。从2023年起，选用青砧1号砧木与秦脆品种组合，采用株距1.5~2.0m、行距3.5~4.0m的宽行密植方式，每亩定植83~110株，实施有机肥+配方肥+豆菜轮茬的施肥方案，夏季强拉枝控冠、冬季扶中杆整形，配套地布覆盖与坑施肥水蓄水系统，全程采用无支架密植管理。

延安市应用“3332”技术后精准破解山地种植难题，一是早果丰产，实现“两年挂果、三年有产、五年丰产”的目标，较传统模式提早挂果2~3年，2023年（定植第3年）亩产达1800kg，2024年亩产突破2500kg；二是机械利用高、节本增效，实施宽行栽植，机械割草、打药、深翻施肥亩节约建园成本1500元，亩节省劳动用工10个工日，亩节约用工成本600~1200元，亩均效益超2.6万元；三是提质抗逆，优果率提升至85%以上，土壤有机质含量从初始10g/kg升至16g/kg，自然降水利用率提高25%，显著增强树体抗旱性与

抗逆能力。

五、技术依托单位

（一）陕西省果业中心

联 系 人：胡艳国

联系电话：18292083566

电子邮箱：g18091851680@qq.com

（二）咸阳市园艺站

联 系 人：查养良

联系电话：13509104283

电子邮箱：cyl975@163.com

（三）延安市果业中心

联 系 人：路树国

联系电话：0911-2886149

电子邮箱：yanguo2886149

西南杂交稻高产高效机插栽培技术

一、适宜区域

四川、重庆、贵州、云南等西南杂交水稻种植区。

二、适用作物

杂交水稻。

三、技术要点

西南杂交稻高产高效机插栽培技术的核心技术包括宜机化杂交稻品种选择、齐苗壮根育秧、减穴稳苗机插、肥水一体化管理等技术，配套技术为病虫害综合防控和适期机械化收获等。

（一）品种选择

选择稻米品质达国标 2 级及以上，具有高日产量、高抗倒、大根量的“两高一大”宜机化杂交稻品种，同一生产区域宜选择粒型相近品种以提高外观品质一致性，以降低混收混贮混加工风险，避免优质不优价。小麦、油菜等迟茬口、蔬菜等早茬口和冬水田茬口的品种选择可参照表 1。

表 1 不同茬口水稻品种选择标准

指标	小麦、油菜等迟茬口	蔬菜、绿肥、冬闲等早茬口	冬水田茬口
日产量（$kg/hm^2 \cdot d^1$）	≥65	≥60	≥60
秧块根体积（cm^3/cm^2）	≥0.11	≥0.12	≥0.12

指标	小麦、油菜等迟茬口	蔬菜、绿肥、冬闲等早茬口	冬水田茬口
比茎壁厚	≥0.30	≥0.35	≥0.35

注：比茎壁厚为基部第二节间的茎壁厚与髓腔半径的比值。

（二）齐苗壮根育秧

根据区域实际，选择成苗率高、可控性强、操作简便的育秧方式。迟茬口杂交稻可采用露场暗化催芽无纺布覆盖育秧，该方式选择向阳露天暗化场和灌排方便的集中育秧田，采用营养土或基质进行流水线播种，其中营养土底土厚2.0cm、盖土厚0.3cm，基质底土厚1.8cm、盖土厚0.5cm；播量适宜培育壮秧，种子正常发芽率下，千粒重20~25g的杂交稻每盘（长58cm×宽28cm）播干谷70~80g；千粒重25~30g的播种80~95g，播种后按25~30盘高度堆叠成垛，运送至暗化场并用彩条布覆盖，在26~32℃下暗化催芽出苗，苗高1.0~1.5cm时摆入秧田，并用规格为30~50g/m^{2}的无纺布平铺覆盖，2叶期揭布，秧龄20~25天。

早茬口稻田以及山地育秧，由于气温变化大、温差大，可采用设施工厂化育秧，技术流程同前述育秧方式，暗化催芽可采用太阳能或电能（天然气）增温的专用暗化室，按40~60盘叠盘码垛，暗化催芽温度28~34℃。暗化催芽出苗后视气温情况摆入工厂化设施秧床或露天秧田。因西南弱光寡照天气，采用工厂化设施育秧宜用单层育秧床，忌用多层或联动式育秧床。适栽秧龄为25~30天。

条件较差的丘陵或山地可采用片层式泥浆育秧，该方式需选择灌排方便的平整田块，整田前培肥，浸种催芽破胸后播种，每个秧盘底部撒育苗伴侣 15~20g，铺稻田原泥泥浆形成厚 2.0cm 的底土，播种量同前两种育秧方式，播后盖细土厚 0.2cm 或踏谷不盖土，用前述规格的无纺布平铺覆盖，2 叶期揭布，秧龄 25~35 天。

（三）减穴稳苗栽插

采用减穴稳苗高效栽插技术，提高栽插质量，重构水稻群体起点配置。在维持基本苗稳定前提下，适当扩大穴距，增大抓秧量，减少漏插率，提升单穴立地空间，构建通风透光抗倒的田间群体。各茬口稻田栽插参数见表 2。

表 2 不同茬口稻田插秧参数控制标准

指标	小麦、油菜等迟茬口区	蔬菜、绿肥等早茬口区	冬水（闲）田区
基本苗（万/hm^2）	55~60	50~55	45~50
行距（cm）	30	30	30
穴距（cm）	18~21	20~22	20~25
每穴苗数	3~4	3~3.5	3~3.5

（四）肥水一体化管理

根据机插稻肥水需求规律，采用“前减中足后控”肥水一体化调控技术，促进挺拔株型的形成，塑造“上直下平”的水稻冠层结构。全生育期施纯 N 150~180kg/hm^2，

P_2O_5 70~90 kg/hm^2，K_2O 120~140 kg/hm^2，其中基蘖肥纯 N 占 50%~60%，K_2O 占 30%~50%，穗肥纯 N 占 40%~50%，K_2O 占 50%~70%，磷肥全做基肥。基肥可用抛撒机施用，分蘖肥和穗肥采用无人机施用。优选多肽尿素、缓控释肥、无人机专用肥等增效肥料，提高养分利用率。

高效管理水分，分蘖期浅水勤灌，促进分蘖发生，茎蘖数达目标穗数 80%~90%时自然落干或排水晒田，晒至株型直立，田间不陷，白根上翻，叶色褪淡。长势旺盛的田块重晒。于拔节期（主茎第一节间伸长 1cm）复水 5~8cm，并施穗肥构建抗倒群体，促进穗分化形成大穗。孕穗期至齐穗期浅湿交替灌溉，灌浆期干湿交替灌溉，收获前 10~15 天排水晒田。

（五）病虫害综合防治

根据病虫草害发生规律或预警，选用高效低毒低残留农药或生物源农药，结合理化诱控、驱避技术、生物防治等方法精准防治杂草、螟虫、稻瘟病、纹枯病、稻曲病、白叶枯等病虫草害，坚持预防为主、绿色防控、综合防治。

（六）适期机械化收获

田间成熟度达 95%时应及时收获，为了减少机收损失，应选择性能优良的收割机，选择晴天或阴天，在叶面无露水或水珠时以中低档位进行机械化收获作业。

四、技术示范推广情况

（一）典型应用案例1：本技术支撑四川全省水稻机械化高效生产

本技术在四川省大面积推广，均表现为稳定强，重演好，效益高，入选2024~2025年四川省主推技术，核心技术入选2021年农业农村部主推技术。2024年9月，四川省农业农村厅的应用证明表明，2021~2023年，该技术在全省累计推广3588.2万亩，亩均增收稻谷34.5kg，亩节本155.2元，亩节本增效244.7元。累计增收稻谷124万t，节本增效87.8亿元。据调查，该技术可实现种粮大户亩均增收300元以上，成本利润率达24%。技术成果《西南机插杂交稻的高产高效栽培关键技术创新与应用》获2024年度四川省科技进步一等奖。

（二）典型应用案例2：平原和丘陵典型县整建制推广本技术支撑单产提升

大邑县和广安区是四川典型的平原和丘陵县，应用本技术前均存在“苗难育、秧难栽、产量低”等问题。2017年大邑县推广本技术以来，到2024年全县17个机械化集中育秧中心的育供秧能力满足全县用秧需求，育插秧机械化率超90%，成本利润率达20%以上，2024年建设的百亩超高产攻关片亩产达到813.1kg，2025年建设的千亩展示片亩产水平达到771.1kg，带动了全县水稻平均亩产水平较2017年增加了24kg，并实现了机插稻耕种管收全程机械化的整建制发展。2021年广安区推广应用本技术以来，全区水稻种植机械化快速发展，规模经营主体增加5倍，规模化集中育秧中心达9个，建设的百亩攻关片水稻平均亩产达到了833.9kg，带动

全区水稻大面积平均亩产较2021年提升了5.5kg，生产效益大幅增加，正加速向整建制机械化发展。

五、技术依托单位

（一）四川农业大学

联 系 人：任万军、陈勇、邓飞、雷小龙、周伟

联系电话：18280460361

电子邮箱：rwjun@126.com

（二）四川省农业技术推广总站

联 系 人：周虹

联系电话：13540143821

电子邮箱：402253722@qq.com

（三）四川省农业机械化发展推广中心

联 系 人：张小军、曹涛

联系电话：15902857588

电子邮箱：scnjtgz@163.com

丘陵山地马铃薯高效轻简化栽培技术

一、适宜区域

西南区武陵山区、秦巴山区春马铃薯产区。

二、适用作物

马铃薯。

三、技术要点

丘陵山地马铃薯高效轻简化栽培技术的核心增产增效技术包括脱毒种薯、合理密植、晚疫病综合防控与机械化等。

（一）品种选择

选用通过国家或省级审定（鉴定、登记）、推广面积大且适宜本地生产条件的优质、抗逆、高产马铃薯品种，种薯质量符合GB 18133规定。

（二）种薯处理

1.选种

种薯处理前应去杂去劣，剔除病薯、烂薯、缺陷薯。

2.种薯切块

提倡小整薯播种，以 30 ~50 g 为宜; 种薯大于 75 g 需切块，在靠近芽眼处纵切，每个薯块重 30 ~50 g，每个切块应保证 1~2 个芽眼。切刀需用 75%的酒精边切边消毒。

3.种薯消毒

宜采用下列方法之一。

药剂湿喷。切块后 30 分钟内，用 58%甲霜灵锰锌可

湿性粉剂 500 倍液均匀喷于种薯表面，边喷雾边翻动，摊晾干后即可播种。

药剂拌种。50 kg 种薯采用混合药剂（58%甲霜灵锰锌可湿性粉剂 2.5 kg + 80%乙蒜素乳油 1.5 kg+ 滑石粉 25 kg）2 kg 均匀拌种，摊晾干后即可播种。

药剂浸种。整薯、切块种薯采用 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂 500 倍液或 58%甲霜灵锰锌可湿性粉剂 500 倍液或 50%烯酰吗啉可湿性粉剂 500 倍液浸 5 ~8 分钟 后捞出晾干后备用。

（三）整地

宜在土壤相对湿度为 40%~60%时进行整地。土壤黏重的地块，在播种前 7 天，选用适宜的深松机进行深翻、晾晒。在播种前 1 ~3 天，用中小型旋耕机整地，旋耕深度 20 ~30 cm。旋耕机作业质量应符合 NY/T 499 要求。

（四）播种

1.播期

12月至翌年3月抢晴天及时播种。海拔1000 m以下种植区应于1月底前完成播种，海拔1000 m以上于2月上旬至3月上旬播种。在10 cm土层的温度达8℃即可播种。

2.播种密度

净作4000~5000株/亩、套作3000~3500株/亩，早熟品种宜密、晚熟品种宜稀。

3.高垄覆膜栽培

垄高 20 ~25 cm。地膜覆盖，宜使用生物降解膜，出苗期注意及时破膜防烧苗。

（五）肥料施用

施足底肥，早施、轻施追肥，控氮增钾。亩施农家肥 1000 ~1500 kg+高钾复合肥 50~75 kg 作基肥。全田齐苗时，亩追施清粪水 10 担+尿素 8 ~10 kg；现蕾期末叶面喷施 0.3%~0.5%磷酸二氢钾 1~2 次。

（六）晚疫病防控

按照马铃薯晚疫病预警系统监测预警信息，结合田间晚疫病中心病株调查，先用保护剂 1~2 次，后用治疗剂 2~4 次进行预防和防控。保护剂可选用 75%代森锰锌水分散粒剂，治疗剂可选用 72%霜脲·锰锌可湿性粉剂、687.5 g/ L 氟菌·霜霉威悬浮剂、50%氟啶胺悬浮剂等药剂，间隔 7~10 天喷 1 次，交替使用农药，喷雾要均匀且整株覆盖；可选用激健等助剂减少药剂用量。农药使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 规定。根据种植规模大小可选用背负式动力喷雾机、与拖拉机动力配套的喷杆式喷雾机或植保无人驾驶航空器等药械。

（七）田间管理

如发现田间植株徒长，可在初花期亩用 15%多效唑可湿性粉剂 50 g 对水 50 kg 喷雾控旺。雨后及时清沟排水，保证田间通透，降低田间湿度，减少病害发生。

（八）收获

地上茎 70%的叶片落黄时，及时杀秧抢晴天收获。

（九）机械化生产

1.全程机械化

面积在1亩以上的地块，机播、机杀、机收动力机械均可选用304或354拖拉机，机播配套2MB-1/2大垄双行播种机进行播种、施肥、起垄、覆膜一体作业，杀秧与收获配套1JH-110型杀秧机和4U-83型收获机。

2.分段式机械化

采用田园管理机开沟与覆土起垄，采用微型播种机、覆膜机、收获机进行播种、覆膜、收获。

四、技术示范推广情况

该技术 2023 年在巫溪县 10 个乡镇示范推广 3500 亩，最高亩产 3724.76 kg，平均亩产 2156.45 kg，较对照（10 个示范乡镇平均亩产）亩增产 538.91 kg、增幅 33.32%，带动脱贫农户 920 户，户均增收 3109.5 元。2024 年继续在巫溪县 10 个乡镇实施，示范推广 2100 亩，最高亩产 3448.91 kg，平均亩产 2034.47 kg，较对照（10 个示范乡镇平均亩产）增产 36.84%，减少化学农药用量 30%，带动脱贫农户 815 户、户均增收 2118.01 元。

五、技术依托单位

重庆市农业技术推广总站

联 系 人：赵雨佳、黄振霖、欧建龙、郭继萱

联系电话：15923022722

电子邮箱：497145155@qq.com

高海拔马铃薯晚疫病全程绿色防控技术

一、适宜区域

适用于海拔 2800~3300m 一年一季马铃薯种植区域。

二、适用作物

马铃薯。

三、技术要点

一是安装马铃薯晚疫病智能监测设备，应用“云南省马铃薯晚疫病检测预警系统”，科学识别大田马铃薯晚疫病实时发生情况及发生级别，确保大田施药时间更为精准、防控更为有效。二是遴选出适合迪庆当地海拔 3200m 马铃薯主产区、使用效果明显且稳定的绿色新型高效杀菌剂。三是集成精准诊断、精准预警、精准选药和精准施药、使用植保无人机的马铃薯晚疫病绿色防控技术模式，该技术在大面积生产应用中对晚疫病的防效达 90%以上。

（一）播种期技术

1.种植脱毒种薯

脱毒种薯除可有效防治病毒病外，对增强种薯抗病性也有明显作用。高原坝区一年一季种植区域推荐丽薯 6 号、云薯 304、青薯 9 号等一、二级脱毒种薯。

2.种薯处理

在春旱常发地区播种 50~100g 小薯块整薯，墒情好时可切块播种，为避免病原菌侵害薯块，播前对马铃薯切块进行

药剂拌种。例如用 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂 100g 拌 100kg 种薯，在切块后 30 分钟内拌种，保证种薯表面与药剂充分混合，并作阴干处理，拌种 1~2 天后播种。

3.适时播种

3 月下旬至 4 月下旬适时播种，尽量避开干旱或倒春寒。大垄双行或单垄单行种植，根据选用的马铃薯品种特性确定播种密度，施足基肥后播种，沟施 3%噻虫嗪颗粒剂等杀虫剂。

4.合理密植

大垄双行种植，行距为 110～120cm，宽行 80cm，窄行 40cm，错窝摆种，根据品种特性调整窝距。每亩播种 5000 窝。单垄单行种植，垄距 75cm，株距 20cm，每亩约 4500 株。以上播种密度有助于植株吸收更多水分和养分，确保充足光照和良好通风，促进快速生长，为高产稳产打下基础。

5.科学施肥

按每亩施腐熟农家肥 1.5～2.0t、复合肥 40kg，视植株长势合理追肥。在第 1 次中耕除草时，每亩施尿素 10～15kg; 在结薯期每亩追施硫酸钾 5～10kg; 之后视苗情可再追肥，成熟前 30 天停止追肥。

6.中耕管理

苗高 15～25cm 时，第 1 次中耕除草，修补垄脚；第 2 次中耕除草距第 1 次约 25 天，同时培土，形成高度＞20cm 的高垄。

（二）马铃薯出苗后精准防控

1.精准预警诊断

安装马铃薯晚疫病智能监测仪器，基于云南省马铃薯晚疫病检测预警系统，根据当地马铃薯品种发生晚疫病风险监测结果，开展中心病株巡查。从马铃薯现蕾前开始，一旦确诊中心病株，及时清除病株及病薯，用塑料袋密封后带离销毁，并及时使用植保无人机开展马铃薯晚疫病绿色防治工作。

2.精准选药

用药原则：交替轮换使用不同作用机理、无交互抗性的杀菌剂，避免连续、单一用药。

选药参考：①代森锰锌、双炔酰菌胺+噁霜·锰锌、氟菌·霜霉威；②代森锰锌、氟菌·霜霉威、醚菌酯。

马铃薯生长后期应及时补充适量营养，可在防控晚疫病的药剂中添加氨基酸水溶肥或磷酸二氢钾等叶面肥，亦可增施芸苔素内酯。

3.精准施药

施药时间：按照每期云南省马铃薯晚疫病防控指南发布的预警时间适时施药，统防统治。根据马铃薯品种的抗病性分级，从感到抗，逐步推进。全生育期开展2~3次无人机统防统治作业。喷药后4小时内如遇大于4mm降雨，待叶面干后须重新喷药，优先使用耐雨水冲刷的药剂。

根据晚疫病防控期降雨和晚疫病预警情况，适当调整防控间隔期，最长间隔期不超过15天。

四、技术示范推广情况

据2021~2024年统计，采用马铃薯晚疫病全程绿色防控技术模式的生产示范区共1.6万亩，平均亩产2500kg，较对照平均亩产1800kg增产700kg，增幅38.89%。按照市场价2.3元/kg计算，亩产值5750元，亩增收1610元以上。亩成本1600~1830元（不含地租），含种薯800~880元、肥料300~400元、病虫害防控成本150元（植保无人机飞防3次以上）、机械费用350~400元（机械化播种、收获）。亩效益3920元左右，经济效益显著。

通过问题导向制定技术措施，示范区马铃薯晚疫病植保无人机绿色飞防预计投入成本150元/亩（飞防3次）；而传统方式进行晚疫病防控的农药成本为90元/亩，人工成本为150元/亩。通过推广马铃薯晚疫病全程绿色防控技术模式，农药施用量减少30%以上，节约成本90~120元，每亩提高产量700kg左右，亩增效1610元左右，示范区亩节本增效约1700元/亩，效益明显。

典型应用案例：迪庆州2023年化肥农药减量增效示范

主要内容：示范面积625亩（马铃薯），推广统防统治与绿色防控融合技术——优质种薯→增施生物菌肥→全程机械化作业→安装马铃薯晚疫病智能监测设备→无人机飞防作业防控马铃薯晚疫病，围绕粮食主产区以点带面推广化肥农药减量的措施、技术。通过测产验收，示范区最高亩产2917.35kg，最低亩产2417.52kg，平均亩产2680.47kg，比当

地马铃薯平均亩产 1800kg 增加了 880.47kg，增幅达 48.91%。

五、技术依托单位

迪庆藏族自治州农业科学研究院

联 系 人：立青次姆

联系电话：13988796688

电子邮箱：1196391224@qq.com

广东省水稻二化螟全程绿色防控技术

一、适宜区域

华南稻区。

二、适用作物

水稻。

三、技术要点

广东水稻二化螟防治难度大，为害损失重，影响全省水稻大面积单产提升。水稻二化螟全程绿色防控技术通过采取低茬收割、深耕灌水灭蛹、带药移栽、信息素诱杀和干扰交配、人工释放稻螟赤眼蜂等措施以及科学用药，有效解决了幼虫钻蛀为害隐蔽、世代重叠严重、常规施药效率低、害虫抗药性上升等难题。该技术具有节约资源、对环境友好等优势，监测智能化，防控绿色化，以建立良好稻田系统、提高稻田自然控害能力为基础，贯穿水稻全生育期，实现可持续治理，可复制，可推广。较农民常规防治每造减少使用化学农药 1~2 次，亩增产约 40kg，亩防治成本降低 50 元，亩增收节支 125 元，将病虫为害损失率控制在 5%以内，生态环境改善明显。

（一）农业防治

利用二螟虫化蛹期抗逆性弱的特点，在螟虫蛹期（3 月中旬和 7 月下旬）深耕灌水以灭蛹，降低虫源基数。统一品种和播种时间，减少“桥梁田”，合理密植，加强水肥管理，

适时晒田，提高水稻抗逆性。实施低茬收割，收割后立即翻耕，降低残虫量。

（二）生态调控

在机耕道、水沟两边种植诱集植物香根草，丛距 3~5m，吸引二化螟产卵，减少田间落卵量。田边种植波斯菊等显花植物，为寄生蜂、蜘蛛等天敌提供栖境和蜜源，提高自然控害能力。

（三）理化控制

在二化螟始蛾期，集中连片使用性信息素，选用持效期 3~6 个月的诱芯，平均每亩放置 1 枚，诱捕器底端距地面 50~80cm，通过群集诱杀或干扰交配控制害虫数量。

（四）生物防治

蛾始盛期（早造 6 月初，晚造 10 月初）以悬挂蜂卡或抛施蜂球的方式释放稻螟赤眼蜂控害，主害代放蜂 2 次，间隔 5 天，每亩均匀放置 5~8 点，间隔 10~12m，每造放蜂 2 万头/亩。

（五）精准用药

结合病虫物联网监测系统，开展系统调查监测，掌握种群发生动态和规律，抓准二化螟防治适期，应用无人机在清晨或傍晚施药，选用甲维盐、乙基多杀菌素等防效较高的药剂。

四、技术示范推广情况

2015 年在韶关南雄率先开展水稻二化螟全程绿色防控

技术集成试验，经过10年的试验示范，已进入成熟推广阶段，并向测防智能化和区域定制化发展。采取“科研-生产-推广-应用”联动工作机制，以“推广部门+科研院所+生产企业+农户”产学研创新推广模式，省、市、县、乡四级机构上下合力，通过政策驱动、地方扶持、技术集成和多方协同推广，目前该技术覆盖全省水稻主产区，年应用面积约1500万亩。技术应用区水稻收购价比常规种植稻多1元/kg，每造减少化学农药使用1~2次，项目区农田蜘蛛、瓢虫等有益生物种类显著增多，实现了经济、生态和社会效益协同提升。

典型应用案例1：水稻二化螟全程绿色防控助力南雄市打造“粤北粮仓”

为赋能丝苗米产业高质量发展，南雄市自2015年连续多年实施水稻二化螟全程绿色防控技术，核心应用面积6万亩，辐射带动16.3万亩，集成应用“烟-稻轮作+种子处理+沤田灭蛹+香根草+黄豆+性诱剂+赤眼蜂+生物农药”技术模式，亩增收节支280元，亩产值达1677元，化学农药使用量减少33.5%，有效控制了二化螟为害，改善了农田生态环境，稳步提高了南雄粮食综合生产能力。

典型应用案例2：绿色防控引领惠东粮食生产焕新颜

惠东县找准发展农业新质生产力突破口，2022年以来持续实施水稻二化螟综合防控技术，应用面积超2万亩，带动周边种植户主动使用诱捕器、生物农药，改变了以往单一采

取化学防治的观念，推进了绿色防控和专业化统防统治融合发展，核心技术应用区水稻上化学农药的使用量减少了 50%，亩平均增产 40kg，亩平均增收节支 140 元，水稻品质和产量显著提高，保护了农田生态安全和生物多样性，促进了生态平衡和农业的可持续发展。

五、技术依托单位

广东省农业有害生物预警防控中心

联 系 人：郑静君

联系电话：02037288034、13580514699

电子邮箱：39454198@qq.com

柑橘重要病虫害绿色高效防控技术

一、适宜区域

广东、广西、福建、四川、重庆、江西、湖北、湖南等柑橘种植区。

二、适用作物

柑橘。

三、技术要点

柑橘主要病虫害绿色高效防控技术包括柑橘苗木的脱毒与检测、病虫害的监测、病虫害的农业防治、物理防治和生物防治等措施。从苗木的繁育、定植、生长、开花、结果至采收，全生育期均有相应的标准化防控措施，实现对病虫害的绿色、高效防控。

（一）柑橘苗木的脱毒与检测

柑橘苗木繁育环节须通过接穗热处理、茎尖微嫁接等方法进行接穗脱毒。参照柑橘无病毒苗木繁育规程（NY/T 973）进行，确保苗木无毒。柑橘苗木出圃前，应加强对柑橘黄龙病、溃疡病和病毒病的检测，确保苗木不带病菌、虫孔和虫卵，从源头上预防果园病虫害。

（二）柑橘病虫害的监测

柑橘苗木春植或秋植后，定期开展植保无人机监测、孢子捕捉仪和害虫诱捕器诱捕、农技人员巡园、病害采样检测等监测工作，尤其在幼苗期、抽梢期和果实成熟期，需及时

掌握柑橘病虫害发生情况，详细记录每次监测结果，定期分析柑橘病虫害发生趋势，制定有针对性的防治方案，提早预防，可有效减少农药的使用。

（三）综合防治措施

1.农业防治

（1）抗性品种与砧木

根据柑橘种植区的病虫害发生流行情况，推广抗病、耐病品种及砧木，提高柑橘抗病性。

（2）水肥管理

加强水肥管理可增强柑橘的抗病性。参照 DB50/T 487 开展柑橘营养诊断和配方施肥。在春梢、秋梢发梢期间应避免偏施氮肥，以防树梢徒长，应及时补充微量元素，增施有机肥或微生物菌肥，以增强树势。做好果园水分管理，在春季至夏季做好果园排水，降低果园湿度，防止病害借高温高湿环境蔓延；秋冬季雨水较少时要小水勤灌；推荐滴灌、喷灌方式，避免全园灌水，保持良好的土壤含水量，保障柑橘养分和水分的平衡供应，提高树体抗病能力。

（3）科学修剪

修剪参照 NY/T 975、DB42/T 1836 等规程，在柑橘采后、春季以及秋梢前，适时开展修剪、整形和控梢工作，剪除病残枝与茂密枝，培育健壮树形，保持果园通风透光，降低果园湿度，压低病虫基数，减少病虫害发生。

（4）果园外围布局生态隔离带

春、秋两季可在果园外围布局生态隔离带，种植柱花草、藿香蓟、波斯菊等功能性杂草，涵养瓢虫、草蛉、绿盲蝽等天敌，增加生态多样性，阻滞柑橘病原菌孢子以及柑橘木虱、蚜虫等虫媒在园间传播扩散。

（5）果园行间生草栽培

春、秋两季可在园内柑橘行间种植三叶草、柱花草等浅根生草，以提高土壤保水保肥能力，改善土壤理化性质，优化柑橘根际微环境，增加土壤微生物多样性，促进土壤有益微生物种群定殖，提高树体抗病性，减轻柑橘根系病原菌的危害。

2.物理防治

（1）粘虫板诱杀

可在果园放置粘虫板。放置黄板诱杀有翅蚜虫、粉虱等，放置蓝板诱杀果蝇、蓟马等。每亩放置 30 ~ 50 片，高度距地面 1.0 ~ 1.5m，每隔 15 ~ 20 天更换 1 次。重点防控时期：蚜虫为柑橘春梢期和秋梢期；粉虱为夏、秋季成虫盛发期；果蝇为果实转色期与成虫羽化、交配期；蓟马为柑橘花期、幼果期及春梢和秋梢的抽发期。

（2）杀虫灯诱杀

在果园周边安装杀虫灯，可用 365nm 紫外诱虫灯诱杀天牛、金龟子等害虫，灯高 2.0 ~ 2.5m，一般每公顷放置 1 ~ 2 盏灯。重点防控时期为春季到秋季的羽化盛期和成虫活动期。

（3）性诱剂诱虫

在果园放置性诱剂诱捕器，诱杀柑橘果实蝇、潜叶蛾等雌性成虫，高度离地面 1.5 ~ 2.0m，每亩放置 5 ~ 8 个诱捕器，每隔 20 ~ 30 天更换 1 次性诱芯。重点防控时期：实蝇为春季到夏季成虫羽化高峰期；潜叶蛾为柑橘新梢抽发期。

（4）糖醋液诱杀

可按糖∶醋∶水∶酒=3∶4∶10∶1 的比例自制糖醋液，并加入少量杀虫剂，搅拌均匀后装入诱捕器，置于距地面 1.5 ~ 2.0m 高度，每亩放置 4 ~ 6 个，每 1 ~ 3 天更换 1 次液体，诱杀实蝇、天牛等趋化性害虫。重点防控时期：春季到夏季，实蝇、天牛的成虫羽化高峰期。

（5）套袋

柚类果树可通过套袋防控果实蝇、叶螨及柑橘炭疽病、溃疡病等真菌性病害。套袋在柚类幼果膨大期进行。

3.生物防治

柑橘病虫害零星发生或轻度发生时，可优先考虑使用生防菌剂、植物免疫诱抗剂、植物源农药及微生物源农药等开展防控。重点防控时期：柑橘炭疽病为春梢萌发期、幼果期及高温高湿时；柑橘脚腐病为柑橘春梢至秋梢高温多雨季节；柑橘溃疡病为新梢生长期和幼果期；柑橘木虱为新梢抽发期及冬季清园期；柑橘叶螨为春季新梢生长期和秋季干旱少雨时；橘蚜为柑橘新梢抽发期。

（1）施用生防菌剂

防控柑橘炭疽病可用 1×10^9 CFU/g 多粘类芽孢杆菌可

湿性粉剂、1×10^{11} CFU/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂等，防控柑橘脚腐病可用 5×10^{8} CFU/mL 侧孢短芽孢杆菌 A60 悬浮剂、1×10^{6} CFU/g 寡雄腐霉菌可湿性粉剂等，防控柑橘溃疡病可用 1×10^{11}CFU/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、8×10^{9}CFU/g 甲基营养型芽孢杆菌 LW-6 可湿性粉剂等，防控柑橘黄龙病的虫媒柑橘木虱，可用 8×10^{9} CFU/mL 金龟子绿僵菌可分散油悬浮剂等，防控柑橘叶螨可用 100 亿孢子/mL 球孢白僵菌 ZJU435 可分散油悬浮剂等。

（2）趋避植物协同防控

果园周边可种植蓖麻、薰衣草、薄荷等对柑橘蚜虫、叶螨等具驱避作用的植物，或种植向日葵、甜菜等可诱集蚜虫、实蝇等的植物，通过推拉作用防控柑橘害虫。重点防控时期：蓖麻、薰衣草、薄荷可在春季柑橘新梢期驱避蚜虫和叶螨，向日葵可在夏季成虫产卵期吸引实蝇，甜菜可在春季蚜虫迁飞期诱集蚜虫。

（3）施用植物免疫诱抗剂

防控柑橘炭疽病可用 2%几丁聚糖水剂，防控柑橘脚腐病可用 5%氨基寡糖素可溶液剂，防控柑橘溃疡病可用 6%寡糖 · 链蛋白可湿性粉剂等。

（4）施用植物源及微生物源农药

防控柑橘炭疽病可用 16%多抗霉素可溶粒剂、5% d-柠檬烯可溶液剂等，防控柑橘脚腐病可用 0.5%小檗碱水剂、0.5%苦参碱水剂等，防控柑橘溃疡病可用 0.5%苦参提取物可

溶液剂、6%春雷霉素可溶液剂等，防控柑橘黄龙病的虫媒柑橘木虱可用 1.8%阿维菌素乳油、5%香芹酚水剂等，防控橘蚜可用 1.5%苦参碱可溶液剂等，防控柑橘叶螨可用 1.8%阿维菌素乳油、18% d-柠檬烯可溶液剂等。

（5）天敌的保护和利用

保护利用果园原有的瓢虫、草蛉等天敌，或在果园释放捕食螨、寄生蜂等天敌，以控制柑橘叶螨、蚜虫等害虫。释放天敌时应避开下雨等不良天气。

4.化学防治

病虫害发生较急或态势偏重时可采取化学防治。

（1）用药原则

根据病虫害的发生与流行特性选择合适的农药。使用药剂时应参照 GB/T 8321、NY/T 1276 的规定。化学药剂选择高效低毒品种，避免连续使用同一作用机制的农药；采取合理复配、一药多治及统防统治策略；轮换使用高效或新型的农药品种。

（2）选用高效施药器械及剂型

使用经过改良的新型超低容量喷雾、静电喷雾等高效喷雾器械及其配套剂型，提高农药利用率，减少农药施用。

（3）药剂选用

防控柑橘炭疽病可用 20%苯醚甲环唑水乳剂、40%咪鲜胺水乳剂等，防控柑橘脚腐病可用 80%烯酰吗啉水分散粒剂、50%嘧菌酯水分散粒剂等，防控柑橘溃疡病可用 36%春雷·喹

啉铜悬浮剂、30%噻唑锌悬浮剂等，防控柑橘黄龙病的虫媒柑橘木虱可用 20%噻虫嗪·虱螨脲悬浮剂、51.5%高氯·毒死蜱乳油等，防控橘蚜可用 25%噻虫嗪水分散粒剂、5%啶虫脒可湿性粉剂等，防控柑橘叶螨可用 25g/L 联苯菊酯乳油、240g/L 螺螨酯悬浮剂等。

四、技术示范推广情况

自 2011 年起，构建了“科技人员+农资店销售人员+本地龙头企业+基地+农户”合作体系，通过“基地示范－企农联合-技术培训－田间指导－媒体宣传”的模式，在肇庆、清远、惠州等柑橘产区累计推广上述技术 690 万亩，新增销售额 20.7 亿元，减少农药成本 5.1 亿元。相关研究获发明专利 21 项、实用新型专利 20 项、发表 SCI 论文 25 篇，获省地方标准和团体标准 2 项、省市主推技术 10 项，获中华农业科技奖、省推广奖等成果奖 9 项，效益显著。技术应用后可减少农药用量 30%以上，平均节省药剂投入成本约占总成本的 1/3，包括药剂成本和人力成本。以柑橘每年每亩常规药剂投入 1500 元计，技术应用后每年每亩节约用药成本约 500 元，扣除生防产品的投入成本 150 元，技术应用的直接效益每年每亩节本 350 元左右。

典型应用案例 1: 自 2020 年起在广州市白云区沙田柠檬农产品专业合作社推广应用本技术，示范基地 1000 亩，技术应用后节省药剂投入成本约 28.17%，柑橘年亩增产 6.41%。

典型应用案例 2: 自 2018 年起在博罗县好搭档农业专业

合作社推广应用本技术，示范基地350亩，技术应用后减少农药用量约34.69%，年挽回病虫害损失率约为8.35%。

五、技术依托单位

广东省农业科学院植物保护研究所、广东省农业技术推广中心

联 系 人：程保平、张宝鑫、李强

联系电话：13711224901

电子邮箱：1093449912@qq.com