

中国农业绿色发展研究会团体标准  
编制说明

《东北-玉米大豆轮作条耕覆秸技术规程》  
(征求意见稿)

《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》编制组  
二〇二四年九月

# 目 录

一、团体标准制修订背景、目的和意义.....	1
二、工作简况.....	1
三、标准编制原则和依据.....	3
四、标准主要条文或技术内容及其确定依据.....	3
五、主要试验、验证及试行结果.....	5
六、采用国际标准的程度及水平说明.....	14
七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系.....	14
八、重大分歧或重难点的处理经过和依据.....	14
九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果.....	14
十、其他应说明的事项.....	15

# 《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》

## 一、团体标准制修订背景、目的和意义

东北黑土是全球四大黑土区之一，也是我国最重要的粮食主产区和商品粮生产基地，玉米和大豆总产量分别占我国总产的 30%和 60%以上。东北黑土地开垦晚，但利用强度高、耕作强度大，加之种植制度单一，导致黑土层变薄、变硬，土壤有机碳大量流失，限制了作物可持续生产。因此，亟需开展耕作制度优化，促进粮食产能与黑土地力协同提升。

保护性耕作有利于改善土壤质量，增加农田固碳，促进作物持续生产。以秸秆还田条带耕作为核心的少耕技术，通过在播种带进行旋耕和清除秸秆，有利于降低耕层硬度，提高土壤低温、增强养分供应、改善作物生长与产量形成。然而，东北地区春季少雨，传统条带耕作下，播种带地表裸露，常导致土壤水分损失，保墒能力变差，不利于出苗。条耕覆秸技术将传统免耕与条耕技术的优点相结合，春季将前茬作物秸秆移出播种带，并进行旋耕与精量播种，播种后将前茬作物秸秆抛撒到已播种条带，实现均匀覆盖，既有利于保障播种质量，也有利于减少风蚀，增加土壤保墒能力，实现作物丰产与农田培肥增碳协同。项目申请单位及联合申请单位已经在东北黑土区开展了玉米-大豆轮作条耕覆秸技术的创新与模式集成，并研发了配套农机具，可实现条耕清理播种带、精准播种、侧深施肥与秸秆覆盖一体化作业。申请单位前期研究表明，新模式比当地传统生产方式增产 5%以上，土壤有机碳提升显著。为进一步规范作业流程，促进技术模式的推广应用，项目申请单位特提出制定东北玉米大豆条耕覆秸技术规程，为东北玉米、大豆丰产与农田地力培育提供技术支撑。

经检索，有关玉米大豆轮作方面技术标准查到 2 项，分别为：《玉米大豆轮作施肥技术规范》(DB23/T 2651—2020，黑龙江省地方技术标准)、《玉米-大豆轮作均衡增产栽培技术规程》(DB15/T 1534-2018，内蒙古自治区地方标准)。其中 DB23/T 2651—2020 规定了黑龙江省黑土区玉米大豆轮作下的施肥技术规程，DB15/T 1534-2018 规定了内蒙古自治区玉米的大豆种植区域的栽培技术标准，均为涉及秸秆还田条耕覆秸技术实施流程。有关条耕覆秸方面的技术标准，检索到《大豆麦茬免耕覆秸精量播种技术规程》(NY/T 3681—2020，农业行业标准)，该标准适用于黄淮海平原冬小麦-夏大豆种植区域，在气候、土壤、种植制度等方面与东北存在显著差异。综上所述，目前本申报标准有别于已经颁布的相关标准。

## 二、工作简况

### 1. 任务来源

根据农绿(培)[2024]5号“中国农业绿色发展研究会关于2024年第二批13项团体标准立项的公告”的通知第3项，由中国农业科学院作物科学

研究所主持承担《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》的制定工作。本标准由中国农业科学院作物科学研究所提出，由中国农业绿色发展研究会归口，标准起草首席专家为宋振伟研究员。

## 2. 主要工作过程

2024年1~2月，组建标准编制小组，由中国农业科学院作物科学研究所牵头，联合东北农业大学、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所以及黑龙江省农垦科学院农业资源与环境所，共同开始标准编制工作。期间，编制小组制定了工作实施方案，查阅和收集整理了相关专利、标准等和文献等资料。编制小组成员通过总结多年的工作实际经验，结合大量的调研资料，认真查阅和学习标准制定的有关文件，请教标准编制专家，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习，在此基础上形成了编制需求与框架，并根据中国农业绿色发展研究会的要求提交了立项申请书。

2024年3~6月，编制小组在前期工作基础上，明确了关键流程与关键参数，开始编制《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》草案与编制说明。

2024年7月~至今，农绿（培）[2024]5号“中国农业绿色发展研究会关于2024年第二批13项团体标准立项的公告”的通知第3项，《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》正式立项。标准编制小组邀请相关专家对草案提出建议，并按照建议对标准草案进行认真修改，开始编制《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》征求意见稿和编制说明。

## 3. 主要起草人及其分工

本标准由中国农业科学院作物科学研究所牵头，联合东北农业大学、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、黑龙江省农垦科学院农业资源与环境所等13人共同完成，主要起草人与任务分工如下。

表1 主要起草人员信息及任务分工

姓名	工作单位	职称	项目分工
宋振伟	中国农业科学院作物科学研究所	研究员	标准总体设计与文本撰写
纪文义	东北农业大学	教授	资料查询、试验数据分析与标准文本撰写
王立刚	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	研究员	资料查询、试验数据分析与标准文本撰写
李鹏	北大荒农垦科学院	副研究员	试验方案的制定与试验方法论证
张卫建	中国农业科学院作物科学研究所	研究员	试验方案的制定与试验方法论证
杨相东	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	研究员	试验方案的制定与试验方法论证

姓名	工作单位	职称	项目分工
窦淑贤	中国农业科学院作物科学研究所	研究生	田间试验调查
王志平	中国农业科学院作物科学研究所	研究生	田间试验调查
邓艾兴	中国农业科学院作物科学研究所	助理研究员	参考资料查询
郑成岩	中国农业科学院作物科学研究所	研究员	参考资料查询
张俊	中国农业科学院作物科学研究所	副研究员	田间试验调查
张鑫	中国农业科学院作物科学研究所	助理研究员	田间试验调查
尚子吟	中国农业科学院作物科学研究所	副研究员	参考资料查询

### 三、标准编制原则和依据

#### 1. 编制原则

标准编制原则遵循“科学性、先进性、统一性、经济性、适用性、协调性、一致性和规范性”的原则，在广泛调查研究的前提下，通过多年试验验证，参照国内外相关标准，结合近几年形成的成熟技术和最新成果制定了本标准。

#### 2. 编制依据

2.1 本标准依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定起草制定。

2.2 依据国家重点研发计划课题“典型黑土区高标准农田地力提升型梨树模式研发与示范”、中国农业科学院科技创新工程重大科研任务“黑土健康培育与增粮关键技术研究及示范”、国家自然科学基金“东北玉米带状间作对土壤有机碳转化的影响及机制”，标准编制牵头单位自 2016 年起开展玉米大豆轮作下秸秆覆盖条带耕作的理论研究、技术研发与模式集成工作，在我国东北地区开展了大量研究与模式验证等工作。

### 四、标准主要条文或技术内容及其确定依据

#### 1. 标准主要条文

本标准在起草过程中，采纳了专家的大量意见，最终确定本标准的主要内容包括以下 8 个方面：

- 范围
- 规范性引用文件
- 术语和定义
- 播前准备

- 玉米季田间管理与收获作业
- 大豆季田间管理与收获作业
- 生产档案
- 参考文献

## 2. 标准主要技术指标

在总结前期试验数据、分析相关资料的基础上，标准编制小组确定了《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》的关键技术指标，主要参数如下。

### 2.1 轮作制度

根据当地生态条件和种植习惯，选择玉米-大豆两年轮作制度，或玉米-玉米-大豆、玉米-大豆-大豆等三年轮作制度。

### 2.2 种子选择和包衣及依据

根据当地生态条件和市场需求，选择通过审定或备案的丰产性突出、适应能力强、耐密植、抗倒伏和适宜机械化收获的玉米、大豆品种。品种熟期要与当地积温条件一致，不可跨区种植。玉米种子质量应符合 GB 4404.1 的要求，大豆种子质量应符合 GB 4404.2 的要求。播前选择通过国家批准登记的玉米/大豆专用种衣剂进行包衣处理，种衣剂应符合 GB/T 15671 的要求。对于大豆，可按照每粒大豆种子接种根瘤菌 105~106 个的用量进行拌种。

### 2.3 农机具选择及依据

农机具是实现条耕覆秸技术的关键，条耕覆秸技术集清理苗带秸秆、苗带旋耕、播种、测深施肥、秸秆均匀覆盖一体化技术。因此，应选择具有侧向抛秸功能的条耕覆秸、播种、侧深施肥一体化作业机具，并配备卫星定位导航系统，提高播种作业精度。

### 2.4 播种密度与行距

播种密度根据品种特性确定，玉米播种密度一般为 67 500 株/公顷~75 000 株/公顷。采用等行距播种，行距一般为 65 cm~70 cm。大豆播种密度一般为 250 000 株/公顷~300 000 株/公顷。采用等行距播种，行距一般为 65 cm~70 cm。

### 2.5 基肥种类与用量

根据土壤肥力和目标产量的要求，确定施用化肥的种类和施肥量。玉米基肥一般用量为 N: 160 kg/公顷~180 kg/公顷、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 50 kg/公顷~60 kg/公顷、K<sub>2</sub>O: 80 kg/公顷~90 kg/公顷；大豆基肥一般用量为 N: 30 kg/公顷~45 kg/公顷、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 50 kg/公顷~60 kg/公顷、K<sub>2</sub>O: 25 kg/公顷~35 kg/公顷。如使用缓控释氮肥，可较常规用量降低 10%~15% 的氮肥用量。肥料使用应符合 NY/T 496 或 NY/T 2267 的规定。

### 2.6 条耕覆秸、播种与侧深施肥一体化作业

播种带布置在上一年种植作物的行间，播种前将前茬作物秸秆侧向抛出并均匀覆盖到已播种的条带，对当前播种带进行旋耕的同时进行精量播种与施肥。玉米于春季 4 月下旬~5 月上旬播种，耕作幅宽 20 cm~30 cm，

播种深度 4 cm~6 cm；大豆于春季 5 月上、中旬播种，耕作幅宽 20 cm~30 cm，播种深度 3 cm~5 cm，随后进行侧深施肥，施肥带与播种带垂直距离和水平距离保持在 5 cm~7 cm 和 5 cm~10 cm。

## 2.7 化学除草

玉米播种后及杂草出土前，选择晴朗无风天喷施高效、低毒、低残留的玉米专用化学除草剂进行第一次田间除草。玉米出苗后 3 片~5 片叶时，可进行第二次田间除草。大豆播种后及杂草出土前，选择晴朗无风天喷施高效、低毒、低残留的大豆专用化学除草剂进行第一次田间除草。大豆出苗后 1 片~3 片叶时，进行第二次田间除草。药剂选择和使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 的规定。

## 2.8 病虫害防控

病虫害防治应采用“预防为主，综合防治”原则。玉米进入 6 月份以后注意防控大斑病、玉米螟及其他病虫害。大豆注意防控大豆根腐病、食心虫及其他病虫害。根据不同病虫害采用推荐药剂及用量，可采用无人机空中作业，药剂选择和使用应符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 的规定。

## 2.9 化学调控

玉米 6 叶期，叶面喷施玉米专用抗逆防倒衰调节剂，可结合玉米病虫害防治与农药混合进行一喷多效无人机作业。大豆于 6 月中旬前后，叶面喷施大豆专用抗逆防倒衰调节剂，可结合大豆病虫害防治与农药混合进行一喷多效无人机作业。如与其它农药混合，须将化学调控剂兑水稀释后再加其它农药，严禁将原药直接混合。

## 2.10 追肥

根据玉米生长情况，在玉米大喇叭口期适当喷施尿素、磷酸二氢钾水溶液。根据大豆生长情况，适当喷施尿素、磷酸二氢钾水溶液，可采用无人机作业。

## 2.11 适时收获

9 月下旬~10 月上旬玉米完熟后，采用具有秸秆粉碎功能的玉米联合收获机一次性完成作物收获、秸秆粉碎作业，要求玉米秸秆粉碎为 $\leq 25\text{cm}$  长度，均匀抛撒于地表。9 月下旬~10 月上旬大豆完熟后，采用具有秸秆粉碎功能的大豆联合收获机一次性完成作物收获、秸秆粉碎作业，要求大豆秸秆粉碎为 $\leq 10\text{cm}$  长度，均匀抛撒于地表，作业质量应符合 NY/T 1355 规定。保持田间秸秆覆盖，不进行任何耕作作业，直至翌年播种前。

# 五、主要试验、验证及试行结果

## 1. 条耕覆秸、播种与侧深施肥一体化作业农机具验证

本标准采用具有条耕覆秸、播种与侧深施肥一体化作业的农机具，可简化作业流程、提高作业精度、提升作业效率，为作物高产群体构建与秸秆快速腐解提供保障。其主要作业流程如下：1) 播种带布置在上一年种植作物的行间；2) 春季播种前将前茬作物秸秆移出播种带，对播种带进行旋耕的

同时进行精量播种与施肥；3) 播种后将前茬作物秸秆抛撒到已播种条带，实现秸秆的均匀覆盖（图1）。播种后与苗期作物长势见图2和图3。



图1 条耕覆秸、播种与侧深施肥一体化作业过程



图2 大豆季（左）和玉米季（右）播种后秸秆覆盖效果



图3 大豆（左）和玉米（右）苗期生长情况

## 2. 耕作方式与氮肥管理对玉米产量的影响

### 2.1 试验地点

试验于 2022 年和 2023 年在黑龙江省哈尔滨市道里区闫家岗农场（东经 126°32′，北纬 45°64′）进行。试验地点年平均温度 5.3℃，年均降雨量 491.8 mm，无霜期 131-146 d。土壤类型为黑钙土，0-20 cm 土层有机质含量 33.16 g kg<sup>-1</sup>，全氮含量 1.46 g kg<sup>-1</sup>，土壤 pH 值 7.1；20-40 cm 土层有机质含量 28.52 g kg<sup>-1</sup>，全氮含量 1.37 g kg<sup>-1</sup>，土壤 pH 值 7.6。

### 2.2 试验设计

试验采用裂区设计，主区为耕作方式，分别为秸秆翻耕还田（CT）、秸秆旋耕还田（RT）、秸秆条耕还田（ST）、秸秆免耕覆盖（NT）；副区为氮肥用量，分别为不施氮（N0）、135 N kg/ha（N1）、180 N kg/ha（N2）、225 N kg/ha（N3）；共 16 个处理。供试玉米品种采用天农九，种植密度 67500 株/公顷，行距 65 cm，5 月上旬播种，9 月下旬收获。

### 2.3 试验结果

如图 4 所示，a 是 2022 年产量，b 是 2023 年产量，2022 年中 CT 和 RT 处理中施氮量为 225 kg/ha 时玉米产量达到最高，ST 和 NT 处理中施氮量为 180 kg/ha 时玉米产量达最高，RTN0 处理的产量最低 575.38 kg/亩，CTN3 处理的产量最高 1147.49 kg/亩，两个处理间的产量差异显著。在 ST 和 NT 耕作模式下，除不施氮处理外，其他处理没有显著性差异。不同耕作模式下，不施氮、施氮量为 135 kg/ha、225 kg/ha 处理的产量差异不显著，施氮量为 180 kg/ha 处理之间产量具有显著差异。2023 年产量最高条带耕作施氮量范围在 180 kg/ha~225 kg/ha（STN2 和 STN3）。本研究表明条带覆秸耕作方式具有显著的增产效应，其最佳施氮量在 180 kg/ha 左右。

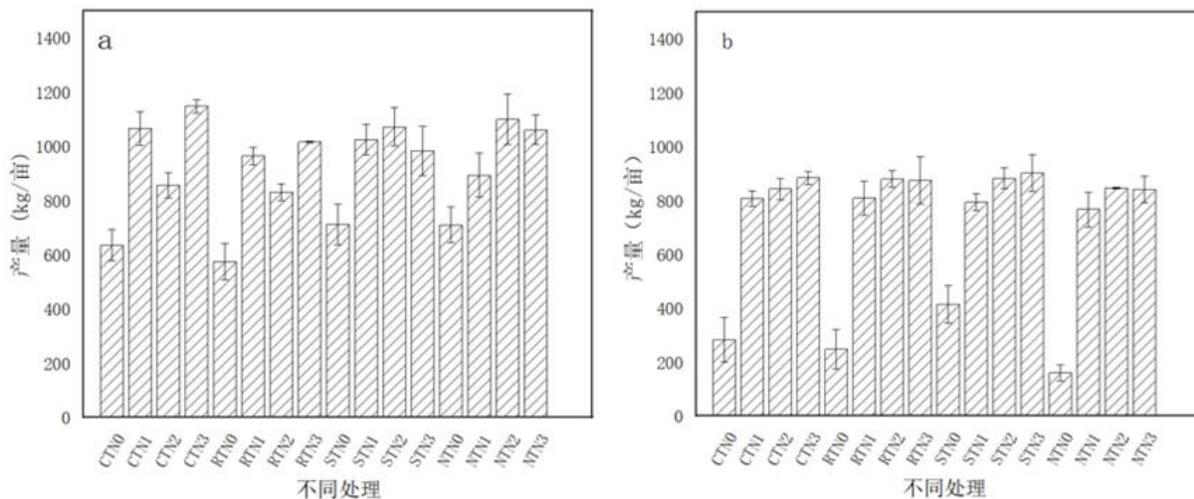


图 4 耕作方式与氮肥用量对玉米产量的影响

由图 5 可知，在除免耕模式外，其他不同耕作模式下，土壤深度为 0-10cm 的表层土壤容重最小，土壤深度为 30-40cm 时容重最大，且具有显著

性差异。CT 耕作模式中，10-20cm 和 30-40cm 的土壤容重与 0-10cm 和 20-30cm 的土壤容重差异显著。RT 耕作模式中表层的土壤容重随着土层深度的增加而增加，且每个土层之间差异显著。ST 和 NT 耕作模式中，0-30cm 的土壤容重没有显著性差异，与 30-40cm 相比有显著性差异。

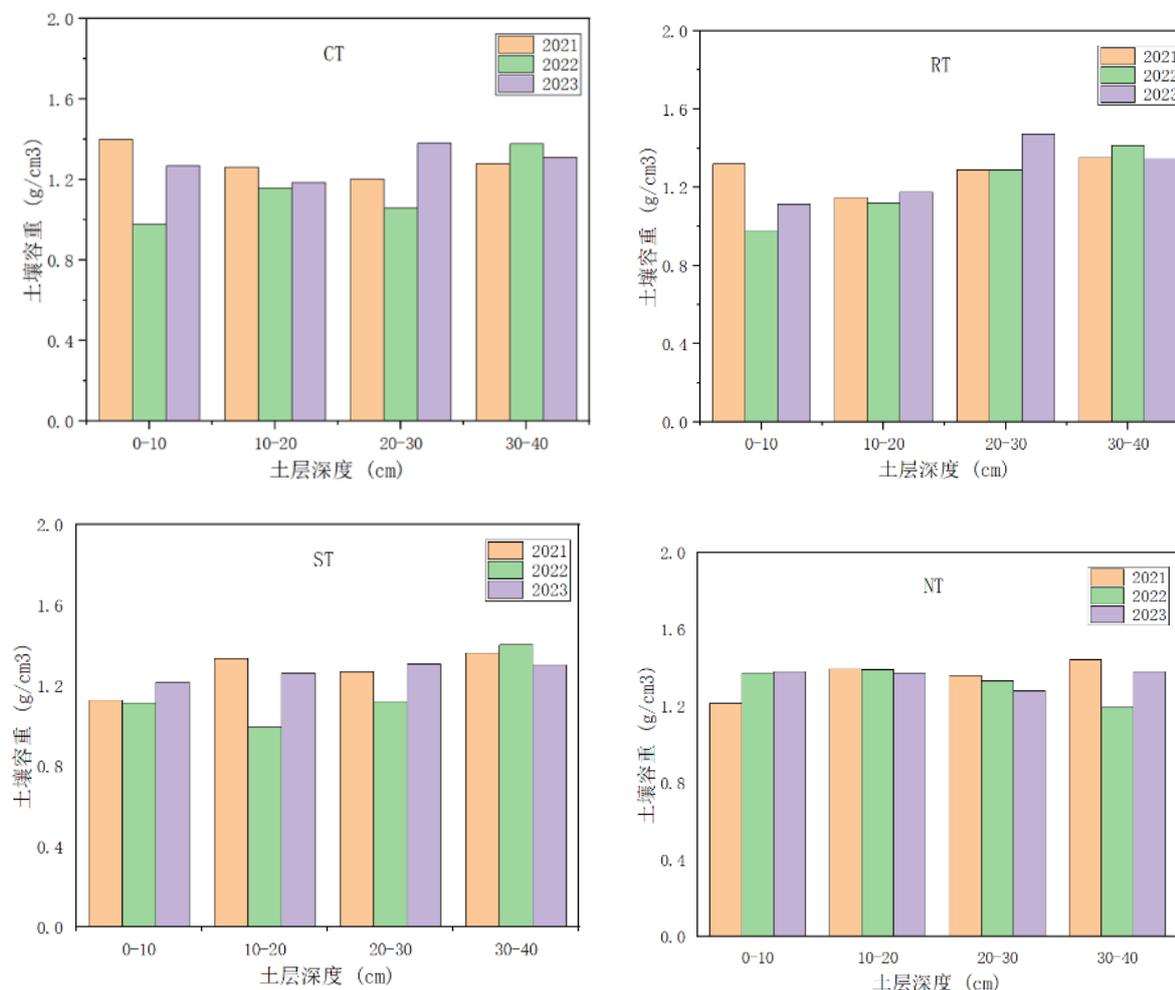


图 5 耕作方式对 0-40 cm 土层土壤容重的影响

综上所述，采用条带覆秸耕作方式，每公顷施氮量 180 kg 可获得最高的籽粒产量，同时可降低土壤容重，缓解土壤压实。

### 3. 条耕覆秸下玉米丰产高效群体构建

#### 3.1 试验地点

试验于 2022 年和 2023 年在黑龙江省哈尔滨市道里区闫家岗农场（东经 126°32′，北纬 45°64′）进行。试验点位于松嫩平原中部，气候类型属于温带大陆性季风气候，年平均温度 5.3°C，年均降雨量 491.8 mm，无霜期 131-146 d。土壤类型为黑钙土，0-20 cm 土层有机质含量 33.16 g kg<sup>-1</sup>，全氮含量 1.46 g kg<sup>-1</sup>，土壤 pH 值 7.1；20-40 cm 土层有机质含量 28.52 g kg<sup>-1</sup>，全氮含量 1.37 g kg<sup>-1</sup>，土壤 pH 值 7.6。2022 年和 2023 年玉米生育期间平均气温分别为 19.3°C 和 19.9°C，降雨量分别为 395.9 mm 和 493.8 mm。

## 1.2 试验设计

本试验采用田间原位监测与气象数据分析相结合的方式开展研究。2022年和2023年田间试验采用裂区设计，主区为播期，裂区为品种。选择3个当地应用较为广泛的不同熟期玉米品种分别为早熟品种（德美亚3号，EV）、中熟品种（和育187，MV）、晚熟品种（天农九，LV）。设置4个播期，分别为5月2日（D1，CK）、5月9日（D2）、5月16日（D3）、5月23日（D4）。共有处理12个，3个重复，36个小区，小区面积104 m<sup>2</sup>（长10 m×宽10.4 m）。种植密度64500株 ha<sup>-1</sup>、行距65 cm，施肥量180 kg N ha<sup>-1</sup>，60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>，90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>，全部作为基肥使用，秸秆全部覆盖还田，秸秆氮含量约80.8 kg ha<sup>-1</sup>。所有处理均为条带耕作与秸秆覆盖的方式，采用东北农业大学研发的条耕播种机（2BMFJ-BL2）进行作业。主要流程如下：1）播种带布置在上一年种植玉米的行间；2）春季播种前将前茬作物秸秆移出播种带，对播种带进行旋耕的同时进行精量播种与施肥，播种带宽度为15 cm；3）播种后将前茬作物秸秆抛撒到已播种条带，实现秸秆的均匀覆盖。其他田间管理措施参照当地高产种植方式。

## 1.3 试验结果

由图6可知，2022年和2023年播期推迟均缩短了玉米生育期，各播期下中晚熟品种生育期均大于早熟品种。在2022年推迟播期后，EV的生育期分别缩短了6 d、8 d和13 d，MV的生育期分别缩短了3 d、9 d和16 d，LV的生育期分别缩短了1 d、8 d和11 d；在2023年推迟播期后，EV的生育期分别缩短了2 d、3 d和8 d，MV的生育期分别缩短了3 d、10 d和9 d，LV的生育期分别缩短了1 d、5 d和10 d。

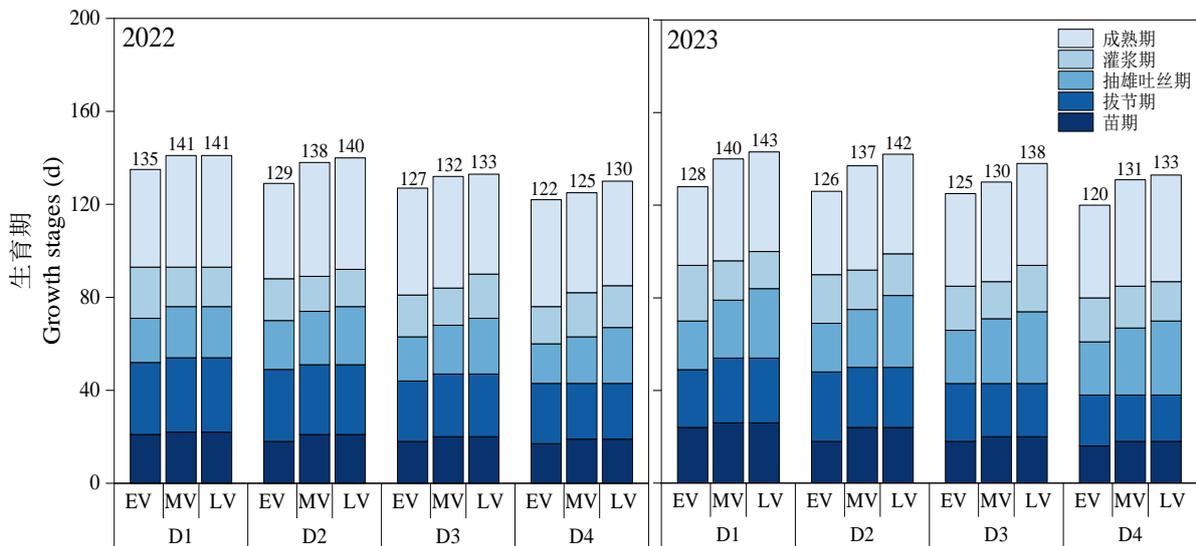


图6 条带耕作下品种与播期对玉米生育期的影响

从表1可以看出，在2022年，与D4相比，D1、D2、D3的产量显著增加了21.4%、14.9%、18.8%，穗粒数显著增加了9.8%、10.6%、5.1%；推

迟播期显著增加百粒重，与 D1、D2 相比，D3 和 D4 增加了 9.1%、9.3%、7.9%、8.2%。品种对 2022 年产量及产量构成均具有显著影响，与 EV 相比，MV 和 LV 的产量增加了 13.2%、20.6%，穗粒数增加了 20.9%、51.7%，百粒重增加了 33.0%、18.5%，MV 和 LV 的穗数和出籽率较 EV 分别降低了 25.6%、27.0%，1.8%、5.6%。从图 2 可知，D1、D2、D3 的晚熟品种产量高于其他处理，分别为 16145.2 kg ha<sup>-1</sup>、15101.4 kg ha<sup>-1</sup>、16161.9 kg ha<sup>-1</sup>。播期对 2023 年玉米产量及产量构成无显著影响，然而品种显著影响玉米产量及产量构成。与 EV 相比，MV 和 LV 的产量增加了 35.0%、40.2%，穗粒数增加了 11.2%、42.4%，百粒重增加了 22.8%、14.0%。中早熟品种的穗数和出籽率高于晚熟品种，与 LV 相比，MV 和 EV 的穗数增加了 8.2%、3.3%，出籽率增加了 7.9%、6.2%。

表 1 条带耕作下品种与播期对玉米产量和产量构成的影响及其方差分析

年份	因素	处理	籽粒产量 (kg ha <sup>-1</sup> )	穗数 (×10 <sup>4</sup> ear ha <sup>-1</sup> )	穗粒数	百粒重 (g)	出籽率 (%)	
2022	播期	D1	14632.4a	6.3a	648.7a	44.30b	83.6a	
		D2	13848.8a	6.2a	653.2a	44.22b	82.5a	
		D3	14313.7a	6.2a	620.6ab	48.34a	83.3a	
		D4	12051.8b	5.7a	590.6b	47.84a	82.3a	
	品种	EV	12320.7c	7.4a	505.9c	39.41c	85.0a	
		MV	13951.5b	5.5b	611.6b	52.42a	83.5b	
		LV	14862.8a	5.4b	767.3a	46.71b	80.2c	
	<i>P</i> value							
		播期 (SD)	**	Ns	ns	*	ns	
		品种 (V)	***	***	***	***	***	
	SD×V	*	Ns	ns	*	ns		
2023	播期	D1	11219.4a	6.4a	529.0a	41.89a	83.1a	
		D2	11466.5a	6.2a	534.6a	44.65a	83.1a	
		D3	11339.7a	6.3a	531.3a	44.78a	84.2a	
		D4	11311.7a	6.4a	526.8a	44.34a	82.6a	
	品种	EV	9061.8b	6.3ab	450.1c	39.12c	84.4a	
		MV	12233.5a	6.6a	500.3b	48.04a	85.8a	
		LV	12707.8a	6.1b	641.0a	44.58b	79.5b	
	<i>P</i> value							
		播期 (SD)	ns	Ns	ns	ns	ns	
		品种 (V)	***	Ns	***	***	***	
	SD×V	ns	Ns	ns	ns	ns		

表 2 表明，GDD 随播期推迟呈降低趋势，晚熟品种的 GDD 高于中早熟品种。在 2022 年，与 D4 相比，D1、D2、D3 的 GDD 显著增加了 4.9%、3.5%、3.5%；LV 的 GDD 较 MV 和 EV 提高了 0.8%、2.8%。在 2023 年中，D1、D2、D3 下的 GDD 较 D4 增加 3.0%、2.6%、1.4%；与 EV 相比，MV 和 LV 的 GDD 提高了 3.8%、5.4%。

由表 2 可见，播期、品种及其交互作用显著影响 2022 年热量利用效率。与 D4 相比，D1、D2 和 D3 分别增加了 16.5%、11.0%和 15.4%；与 EV 相比，MV 和 LV 显著增加了 10.9%、17.4%，LV 较 MV 提高了 5.9%。播期对 2023 年热量利用效率无显著性影响，不同品种间热量利用效率差异显著，MV 和 LV 较 EV 增加了 30.8%、32.3%。从图 7 可知，在 2022 年中，前三

个播期的晚熟品种热量利用效率相对较高，分别为  $11.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$ 、 $10.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$  和  $11.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$ 。在 2023 年中，HUE 最高的是 D1LV，其次是 D3MV 和 D4LV，分别为  $9.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$ 、 $8.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$  和  $8.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$ 。在保障充足的热量供应的基础上 2023 年生育后期降水天气较 2022 年多，影响作物光合作用，导致玉米减产。因此，2023 年的玉米热量利用效率低于 2022 年。

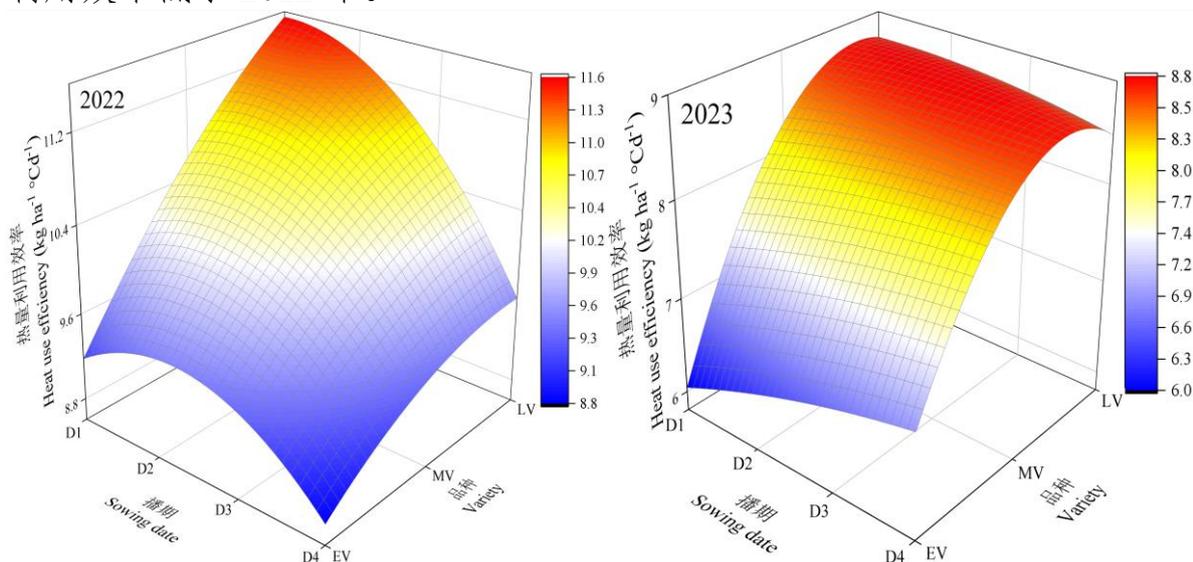


图 7 条带耕作下品种与播期对热量利用效率的影响

表 2 可得，土壤有效累积温度随播期推迟呈降低趋势，中晚熟品种的土壤有效累积温度高于早熟品种。在 2022 年，与 D4 相比，D1、D2、D3 的土壤有效累积温度显著增加了 6.6%、5.6%、5.4%；MV 和 LV 的土壤有效累积温度较 EV 提高了 2.2%、1.4%。在 2023 年中，与 D3 相比，D1、D2 和 D4 下的土壤有效累积温度显著增加 16.8%、14.4%和 6.4%；与 EV 相比，MV 和 LV 的土壤有效累积温度显著提高了 4.6%、7.5%。

表 2 表明，播期、品种及其交互作用显著影响 2022 年的土壤温度利用效率。与 D4 相比，D1、D2 和 D3 的土壤温度利用效率分别增加了 14.6%、9.0%、13.5%，MV 和 LV 较 EV 显著增加了 10.1%、18.0%。在 2023 年中，播期与品种对土壤温度利用效率具有显著影响，D3 土壤温度利用效率高于 D1 和 D2，分别增加了 18.5%和 12.9%，D4 较 D1 显著提高 11.1%。MV 和 LV 较 EV 显著提高了 30.1%、30.1%。从图 8 可知，2022 年中 D3LV 的 TUE 最高为  $11.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，其次是 D1LV 和 D2LV 分别为  $11.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  和  $10.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。在 2023 年中，TUE 最高的是 D3MV 为  $10.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，其次是 D3LV、D4LV 和 D1LV,分别是  $10.1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 、 $9.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  和  $9.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

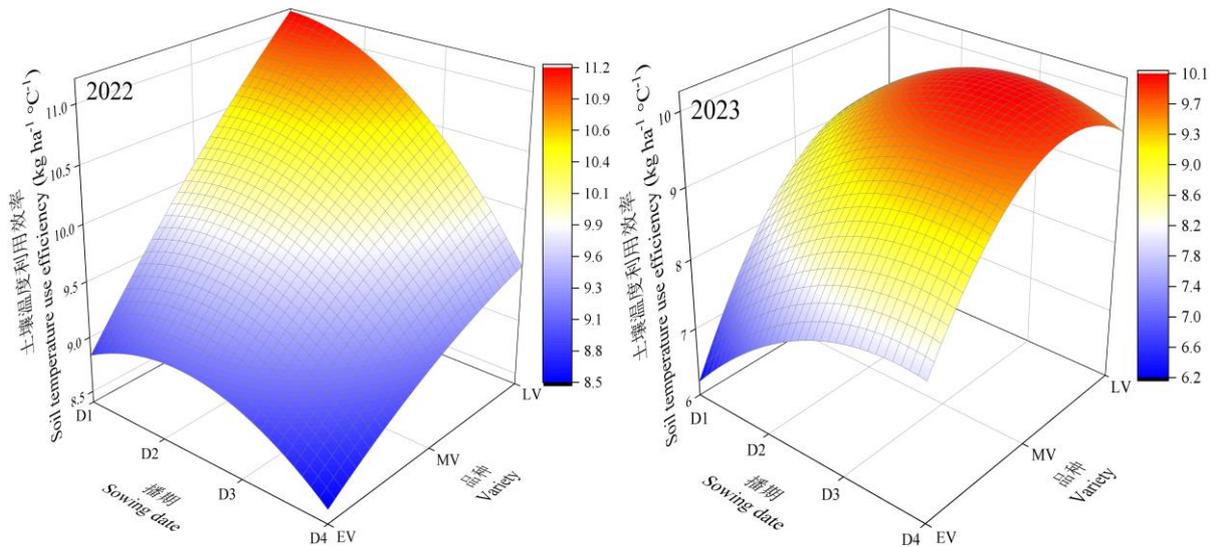


图 8 条带耕作下品种与播期对土壤温度利用效率的影响

表 2 条带耕作下品种与播期对资源利用效率的影响及其方差分析

年份	因素	处理	生长期日 (°C d)	热量利用效率 (kg ha <sup>-1</sup> °C d <sup>-1</sup> )	土壤有效 累积温度 (°C)	土壤温度 利用效率 (kg ha <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	耗水量 (mm)	水分利用效率 (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	氮肥偏 生产力 (kg kg <sup>-1</sup> )
2022	播期	D1	1384.6	10.6a	1438.8	10.2a	406.6a	36.0a	81.3a
		D2	1365.5	10.1a	1424.5	9.7ab	392.6b	35.3ab	76.9a
		D3	1365.1	10.5a	1422.0	10.1a	383.8bc	37.3a	79.5a
		D4	1319.4	9.1b	1349.3	8.9b	377.3c	32.0b	67.0b
	品种	EV	1337.4	9.2c	1391.8	8.9c	384.0b	32.1c	68.4c
		MV	1363.9	10.2b	1422.3	9.8b	391.9a	35.6b	77.5b
		LV	1374.7	10.8a	1411.7	10.5a	394.3a	37.7a	82.6a
		<i>P</i> value							
	播期 (SD)		*		*	**	ns	**	
	品种 (V)		***		***	***	***	***	
	SD×V		*		*	ns	*	*	
2023	播期	D1	1455.9	7.7a	1382.9a	8.1c	456.7a	24.5a	62.3a
		D2	1450.8	7.9a	1354.1a	8.5bc	441.1ab	26.0a	63.7a
		D3	1433.2	7.9a	1184.1c	9.6a	439.7b	25.8a	63.0a
		D4	1413.8	8.0a	1260.1b	9.0ab	444.2ab	25.4a	62.8a
	品种	EV	1395.7	6.5b	1245.2b	7.3b	435.1c	20.9b	50.3b
		MV	1449.0	8.5a	1302.4a	9.5a	447.7b	27.4a	68.0a
		LV	1470.6	8.6a	1338.3a	9.5a	453.5a	28.0a	70.6a
		<i>P</i> value							
	播期 (SD)		ns	***	*	ns	ns	ns	
	品种 (V)		***	***	***	***	***	***	
	SD×V		ns	Ns	ns	ns	ns	ns	

根据表 2 可得，作物耗水量随播期推迟呈降低趋势，中晚熟品种的作物耗水量高于早熟品种。在 2022 年，D1 较 D2、D3、D4 的作物耗水量显著增加了 3.6%、5.9%、7.8%；MV 和 LV 的作物耗水量较 EV 显著提高了 2.1%、2.7%。在 2023 年中，D1 的作物耗水量较 D3 显著增加了 3.9%，其余播期间无显著差异；与 EV 相比，MV 和 LV 的作物耗水量显著提高了 2.9%、4.2%。

从表 2 可知，2022 年品种和播期与品种的交互作用显著影响水分利用效率。与 D4 相比，D1、D2、D3 的水分利用效率显著提高了 12.5%、10.3%、

16.6%，MV 和 LV 的水分利用效率大于 EV，与 EV 相比，MV 和 LV 增加了 10.9%、17.4%，LV 较 MV 增加了 5.9%。播期对 2023 年水分利用效率无显著影响，但 MV 和 LV 的水分利用效率高，分别增加了 31.1%、34.0%。从图 9 可以看出，2022 年水分利用效率最高的是 D3LV 为 41.7 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>，2023 年水分利用效率最高的是 D1LV 为 29.5 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>。

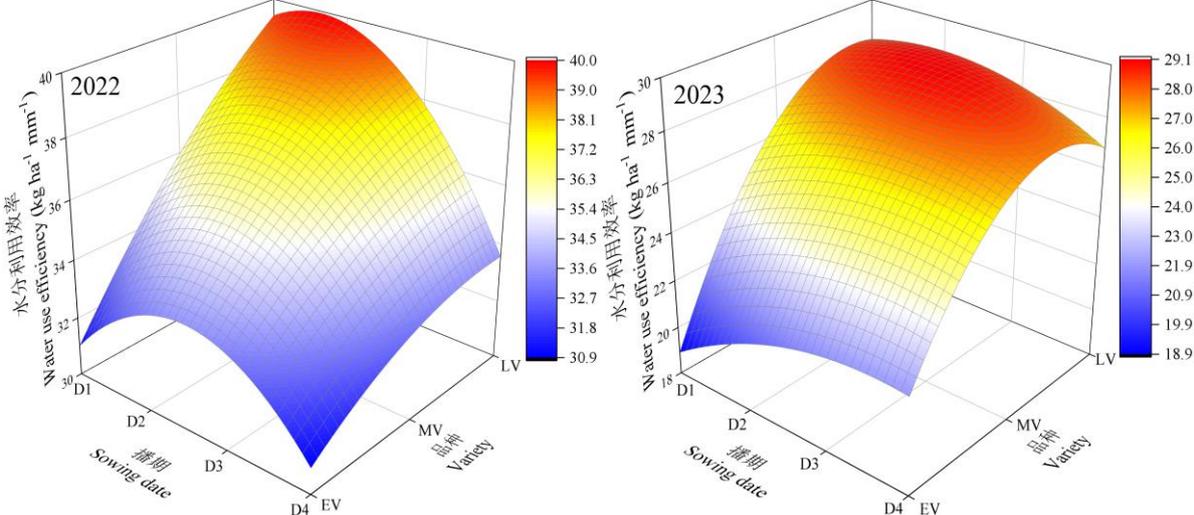


图 9 条带耕作下品种与播期对水分利用效率的影响

从表 2 可以看出，播期、品种及其交互作用显著影响 2022 年的氮肥偏生产力，与 D4 相比，D1、D2、D3 的氮肥偏生产力显著增加了 21.3%、14.8%、18.7%，与 EV 相比，MV 和 LV 的氮肥偏生产力显著增加了 13.3%、20.8%。品种对 2023 年氮肥偏生产力具有显著影响，MV 和 LV 的氮肥偏生产力较 EV 显著增加了 35.2%、40.4%。图 10 可见，2022 年前三个播期的晚熟品种氮肥偏生产力较高，分别 89.7 kg kg<sup>-1</sup>、83.9 kg kg<sup>-1</sup>、89.8 kg kg<sup>-1</sup>。在 2023 年，D1LV、D4LV、D3MV、D2MV 的氮肥偏生产力相对较好，分别为 76.0 kg kg<sup>-1</sup>、70.7 kg kg<sup>-1</sup>、70.5 kg kg<sup>-1</sup>、69.5 kg kg<sup>-1</sup>。

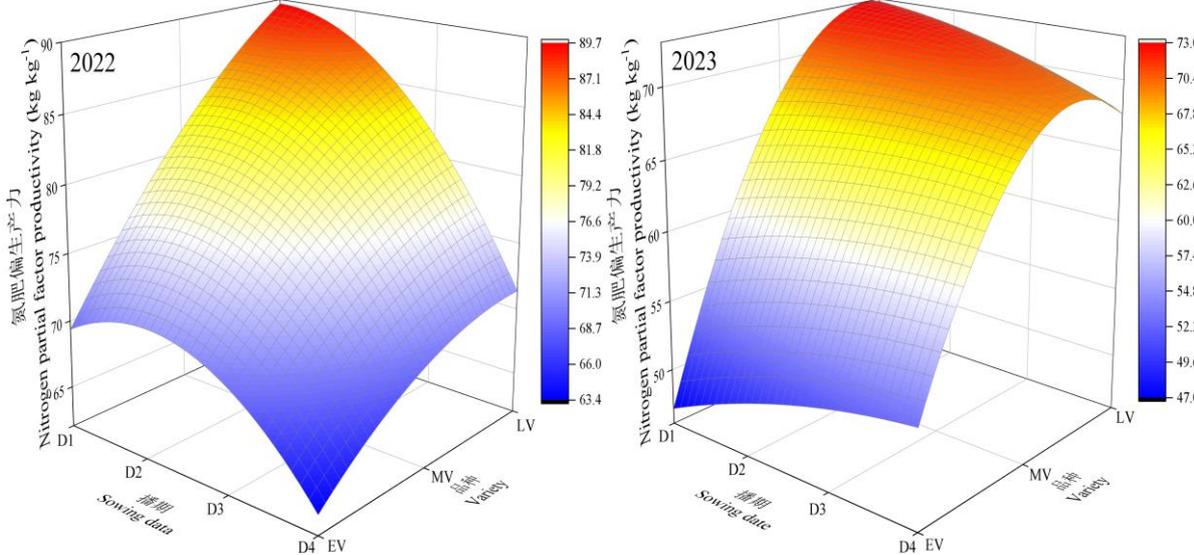


图 10 条带耕作下品种与播期对氮肥偏生产力的影响

综上所述，条耕覆秸下选择适合当地热量条件的中晚熟玉米品种，5月中旬播种有利于保障玉米高产稳产和提高资源利用效率。

#### 4. 丰产抗逆大豆品种筛选

与 2022~2023 年开展了丰产抗逆大豆品种的筛选，其中，供试大豆品种 9 个，经过 2 年的筛选，初步明确了高产大豆品种的基本特性，为标准的编制提供了科学依据。由图 11 可知，黑农 531 和合农 126 为适宜当地气候条件的高产品种，两年平均产量分别达到 3781 kg ha<sup>-1</sup>（亩产 252 kg）和 3412 kg ha<sup>-1</sup>（亩产 227 kg）。

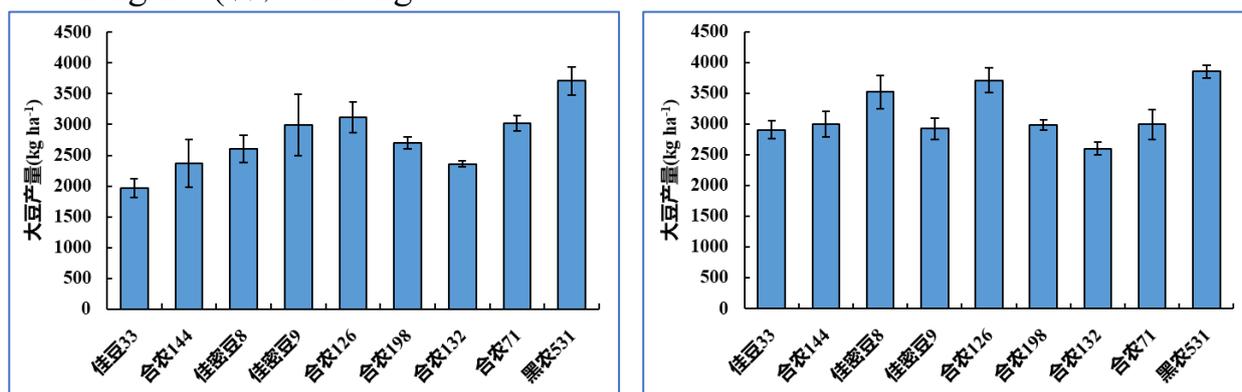


图 11 丰产抗逆大豆品种筛选

#### 5. 模式集成与验证

为进一步验证玉米-大豆轮作条耕覆秸技术的适用性，标准编制组开展了技术大面积应用，应用地点在黑龙江省哈尔滨市闫家岗农场。2023 年示范结果表明，新技术下玉米、大豆产量分别达到 796.5 kg/亩和 246.6 kg/亩，比当地常规生产模式分别增产 6.5%和 18.7%。

#### 六、采用国际标准的程度及水平说明

无。

#### 七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本规范符合现行的法律、法规要求，经联网查询未发现与本规范有冲突、矛盾和相关的强制性（国家、行业、团体、地方、国际和国外）标准。

#### 八、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

#### 九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

《东北玉米-大豆轮作条耕覆秸技术规程》的实施有利于推动东北黑土保护和产量提升及资源高效利用。为了确保标准的有效实施，需要进一步完善贯彻标准的要求和措施建议，包括组织实施、技术实施等方面。

首先，标准制定单位将组织相关科研单位和推广部门的技术人员，面向社会进行大力宣传，增强公众对东北黑土保护重要性的认识，积极推进和贯彻本规范的实施；

其次，要求实施条耕覆秸技术的机构或企业组织应当配备条耕覆秸播种机，促进本规范中技术的应用及全面推广。

最后，定期组织人员开展技术培训与田间观摩，在东北地区推广本规范所包含的关键技术，有效改善玉米-大豆种子萌发期干旱低温问题，保障作物产量稳定增加，提高资源利用效率及土壤养分含量。

#### **十、其他应说明的事项**

无。