

# 复配种衣剂对豌豆生长及产量的影响

董立峰<sup>1</sup> 林小虎<sup>1</sup> 刘春荣<sup>2</sup> 侯桂双<sup>3</sup> 张春璐<sup>1</sup> 付金锋<sup>1</sup> 王凤宝<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 河北科技师范学院农学与生物科技学院, 066004, 河北秦皇岛; <sup>2</sup> 唐山市丰南区农牧局, 063300, 河北唐山; <sup>3</sup> 秦皇岛市农业局, 066000, 河北秦皇岛)

**摘要** 选用亮盾(杀菌种衣剂)、高巧(杀虫种衣剂, 间接防治病毒病)和凯普克(植物生长调节剂)3种药剂进行复配, 对甜豌豆3号、绿宝、宝峰6号和食荚大菜豌豆1号等4个菜豌豆品种进行种子包衣, 根据出苗率、主要农艺性状和产量表现等, 研究确定最佳药种比。结果表明, 药种比为1:0.5时, 甜豌豆3号和绿宝出苗受抑制; 药种比为1:7.5时, 出苗率、农艺性状和产量无显著变化; 药种比为1:5.0时出苗率最高, 幼苗长势最好, 平均产量比对照增加20.5%。因此, 复配种衣剂处理豌豆种子的最佳配比是: 亮盾10mL、高巧20mL和凯普克10mL混合包衣5.0kg豌豆种子。

**关键词** 豌豆 (*Pisum sativum* L.); 复配种衣剂; 生长; 产量

种子包衣是用成膜剂或粘合剂将农药、化肥、微量元素等活性成分均匀地粘合于种子表面, 不仅能防治苗期病虫害、提高田间成苗率, 且应用方便、成本低廉<sup>[1-6]</sup>。研究表明, 种子包衣能使玉米、棉花、小麦、花生等分别增产5%~15%、4%~12%、3.5%~10.0%和6.5%~50.0%<sup>[7-9]</sup>。包衣种子对环境污染较小, 符合生态农业发展方向<sup>[10]</sup>。

种衣剂类型较多, 将2种或多种种衣剂复配, 制成综合型包衣剂可有效提高防治效果<sup>[11-16]</sup>。然而由于复配比例和方法不当造成豌豆药害、减产的案例时有发生, 严重影响农民收入以及种子企业的信誉<sup>[17]</sup>。本试验选用亮盾、高巧和凯普克3种药剂制成复配种衣剂处理豌豆种子, 通过出苗率、幼苗质量、生长发育及产量表现, 筛选复配种衣剂最佳药种比, 为生产应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料药剂

供试材料为甜豌豆3号、绿宝、宝峰6号和食荚大菜豌豆1号等4个菜豌豆品种, 均由河北科技师范学院豌豆育种课题组提供。供试药剂为亮盾、高巧和凯普克, 分别由瑞士先正达作物保护有限

公司、拜耳作物科学公司和南非艾菲克公司生产。

### 1.2 试验方法

试验包括室内发芽试验和田间试验, 其中田间试验在河北科技师范学院农学与生物科技学院试验站进行。

将小包装的亮盾10mL、高巧20mL和凯普克10mL混合均匀作为一份复配药剂, 按照药种比1:0.5、1:2.5、1:5.0、1:7.5的比例进行种子包衣。

1.2.1 室内试验 用木箱种植, 将包衣的种子随机取50粒, 3次重复, 播种于木箱土壤中, 不包衣的种子为对照。第7天测定出苗率, 三叶期测定苗高、鲜重、干重。其中苗高是从土壤表面到植株最上面生长点处的高度; 鲜重用精度为0.01的天平测定10株, 取平均值; 干重是使用烘箱在120℃下先杀青20min, 然后在80℃烘12h至恒重, 每个处理测10株, 取平均值。

1.2.2 田间试验 2016年3月24日播种, 小区面积为12m<sup>2</sup>, 行距30cm, 株距5cm, 随机区组设计, 3次重复。出苗后4~5片真叶时, 每667m<sup>2</sup>追提苗肥(尿素)10kg; 苗期以促根为主, 结荚期保持土壤见干见湿。

记载主要生育时期: 播种后20d统计出苗率, 小区内50%的植株见花的日期为开花期<sup>[18]</sup>, 小区内第一荚长2cm时为结荚期。结荚盛期每处理随机挖取20株测定株高、地上部鲜重、主根长、根鲜重、叶绿素含量、叶面积。其中株高采用直尺

作者简介: 董立峰, 研究员, 主要从事豌豆遗传育种工作

付金锋为通信作者, 教授, 主要从事豌豆遗传育种工作

基金项目: 河北省第二期现代农业产业技术体系创新团队(杂粮杂豆)(HBCT2018070404); 国家农业科技成果转化资金(2014GB2A200327)

收稿日期: 2018-10-17; 修回日期: 2018-12-12

从地面量到植株最上面的生长点处；地上部鲜重用精度为 0.01 的天平称重，随机称取 20 株，取平均值；挖取根系时要小心避免伤根，保证根系的完整性；叶面积量取 10 片最大复叶的长和宽，按长×宽×0.7 计算叶面积，取平均值；叶绿素测定采用分光光度计法；在生长期观察各处理根腐病和病毒病的发病情况。

收获时去掉边行，每处理随机取 20 株，调查单株荚数、荚粒数、双荚率、千粒重，计算平均值。晾干脱粒后测定小区干子粒产量，折算成单位面积产量。单株荚数：随机取 10 株数其总荚数，

求平均值。荚粒数：随机取 10 个荚测定子粒总数，算出平均荚粒数。

1.3 数据处理

将试验数据进行分类整理，并采用 Excel 2003 进行数据的录入和数据库的建立，采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 软件对数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 不同药种比对豌豆生育期的影响

由表 1 可以看出，在田间条件下，各药种比未对不同豌豆品种的生育时期产生影响。因此，

表 1 不同药种比对豌豆生育时期的影响  
Table 1 The influence of different ratios of agent and seed on growth stages 月-日 Month-Day

品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	播种期 Sowing date	出苗期 Seedling stage	开花期 Flowering date	结荚期 Podding stage	成熟期 Maturity stage
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:2.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:5.0	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:7.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	CK	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
绿宝 Lübao	1:0.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:2.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:5.0	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:7.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	CK	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:2.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:5.0	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	1:7.5	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
	CK	3-24	4-13	5-17	5-22	6-28
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:0.5	3-24	4-13	5-15	5-20	6-21
	1:2.5	3-24	4-13	5-15	5-20	6-21
	1:5.0	3-24	4-13	5-15	5-20	6-21
	1:7.5	3-24	4-13	5-15	5-20	6-21
	CK	3-24	4-13	5-15	5-20	6-21

在生产上可不用担心种子包衣对生育期的影响。

2.2 不同药种比对出苗率的影响

表 2 显示，复配种衣剂剂量对出苗率有影响。甜豌豆 3 号除 1:0.5 药种比处理外，室内和田间其他处理出苗率比对照分别高出 2.0~7.5 和 1.0~9.5 个百分点；绿宝除 1:0.5 药种比处理外，其他处理出苗率比对照分别高出 4.0~17.5 和 0.5~3.0 个百分点；宝峰 6 号不同处理出苗率比对照分别高出 4.5~14.5 和 6.5~13.5 个百分点；食荚大菜豌豆 1 号不同处理出苗率比对照分别高出 2.0~12.0 和 2.5~7.0 个百分

点。除绿宝田间试验不同处理和对照出苗率无显著差异外，4 个品种各处理室内、田间出苗率均存在显著或极显著差异。4 个品种均是 1:5.0 药种比处理的室内、田间出苗率最高，除绿宝田间试验外，1:5.0 药种比处理出苗率均极显著高于对照。1:0.5 药种比即 1 份复配种衣剂包衣 0.5kg 种子，对甜豌豆 3 号和绿宝 2 个品种出苗率产生了不同程度的抑制，甜豌豆 3 号室内和田间出苗率比对照分别降低了 7.5 和 12.0 个百分点，绿宝分别降低了 16.4 和 0.5 个百分点。可见 1:0.5 药种比药量偏大。

表 2 不同药种比对包衣种子出苗率的影响			
Table 2 The influence of different ratios of agent and seed on percentage of seedling emergence of coated seeds %			
品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	室内木箱法 Laboratory germination test	田间小区试验 Field plot experiment
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	82.5dC	58.5cC
	1:2.5	95.0abAB	72.5bB
	1:5.0	97.5aA	80.0aA
	1:7.5	92.0bcAB	71.5bB
	CK	90.0cB	70.5bB
绿宝 Lübao	1:0.5	63.6eD	77.0aA
	1:2.5	87.5bB	78.0aA
	1:5.0	97.5aA	80.5aA
	1:7.5	84.0cBC	78.5aA
	CK	80.0dC	77.5aA
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	85.0cC	86.5bB
	1:2.5	90.0bB	91.0aAB
	1:5.0	95.0aA	93.5aA
	1:7.5	92.5abAB	93.0aA
	CK	80.5dD	80.0cC
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:0.5	82.5bB	85.0bcAB
	1:2.5	90.0aA	85.5bcAB
	1:5.0	92.5aA	89.5aA
	1:7.5	92.5aA	86.5abAB
	CK	80.5bB	82.5cB

注：不同小写字母表示  $P=0.05$  水平差异显著，不同大写字母表示  $P=0.01$  水平差异极显著，下同  
Note: Values followed by different lowercase and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 probability levels, the same below

2.3 不同药种比种子包衣处理出苗质量比较

2.3.1 室内试验

从表 3 可以看出,甜豌豆 3 号 1:5.0

药种比处理的苗高、主根长、根鲜重和根干重均比对照及其他药种比处理高，在苗高和主根长上

表 3 不同药种比种子包衣处理室内发芽试验幼苗质量的比较					
Table 3 Comparisons of seedling quality among different ratios of agent and seed treatments under room germination					
品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	苗高 (cm) Seedling height	主根长 (cm) Main root length	根鲜重 (g) Fresh root weight	根干重 (g) Dry root weight
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	9.6bB	12.6aA	4.1aAB	0.32aA
	1:2.5	12.5aA	10.5cC	4.0aAB	0.28aA
	1:5.0	12.7aA	13.2aA	4.3aA	0.33aA
	1:7.5	9.8bB	11.6bB	4.1aAB	0.32aA
	CK	9.8bB	10.5cC	3.6bB	0.30aA
绿宝 Lübao	1:0.5	11.2aAB	10.9bB	4.9aA	0.38aA
	1:2.5	10.5bBC	12.4aA	5.1aA	0.36aA
	1:5.0	11.5aA	12.1aA	5.1aA	0.39aA
	1:7.5	9.7cCD	10.2cB	4.2bB	0.34aA
	CK	9.5cD	9.3dC	4.3bB	0.36aA
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	10.2aA	11.7cB	4.4aA	0.38aA
	1:2.5	9.9aA	11.0cB	4.3aA	0.37aA
	1:5.0	10.5aA	13.6aA	4.8aA	0.37aA
	1:7.5	9.7aA	12.8bA	4.7aA	0.35aA
	CK	10.0aA	9.4dC	4.6aA	0.39aA
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:0.5	11.4aA	11.6cB	12.6aA	0.38aA
	1:2.5	10.4aA	11.9bcAB	12.3aA	0.42aA
	1:5.0	11.5aA	12.5aA	11.2bB	0.43aA
	1:7.5	9.8aA	12.3abAB	12.0aAB	0.37aA
	CK	10.2aA	10.1dC	10.2cC	0.40aA

达显著或极显著差异水平。在其他 3 个品种上也都有相似的表现。总体来说, 1:5.0 药种比处理幼苗效果最好。

2.3.2 田间试验 由表 4 可以看出, 4 个品种的株高在 4 种药种比种子包衣处理之间及与对照之间没

有显著性差异, 复配种衣剂对株高没有影响。叶绿素含量和叶面积包衣处理基本上都高于对照, 且达到显著或极显著水平。叶绿素含量的变化与黄穗华等<sup>[19]</sup>的研究结果一致。植株地上部鲜重包衣处理大部分高于对照。包衣处理的单株分枝数一般比对

表 4 不同药种比种子包衣处理地上部性状的比较  
Table 4 Comparisons of aboveground characters among different ratios of agent and seed treatments

品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	株高 (cm) Plant height	地上部鲜重 (g) Aerial part fresh weight	单株分枝数 Branches per plant	叶绿素含量 (g/kg) Chlorophyll content	叶面积 (cm <sup>2</sup> ) Leaf area
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	46.61aA	21.76bcAB	5aA	564.4cB	9.36aA
	1:2.5	46.56aA	24.34abA	4aA	574.2aA	8.06bB
	1:5.0	45.65aA	26.34aA	5aA	571.0abAB	9.38aA
	1:7.5	45.12aA	18.98cB	4aA	569.0bcAB	9.10aA
	CK	45.98aA	21.45bcAB	4aA	542.2dC	7.44cC
绿宝 Lübao	1:0.5	45.24aA	22.05cC	4aA	540.1cC	16.15aA
	1:2.5	45.32aA	27.56aA	5aA	699.7bB	12.78bcB
	1:5.0	46.23aA	26.38abAB	5aA	728.6aAB	13.44bB
	1:7.5	46.87aA	15.54dD	4aA	745.6aA	13.94bB
	CK	45.50aA	24.27bBC	4aA	468.6dD	11.90cB
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	45.35aA	13.94cB	3aA	564.2aA	14.70aA
	1:2.5	45.43aA	17.78bAB	4aA	450.8cB	13.50bAB
	1:5.0	45.76aA	20.75aA	4aA	459.1bcB	11.78cCD
	1:7.5	46.43aA	14.97bcB	4aA	479.9bB	12.96bBC
	CK	44.92aA	16.69bcAB	4aA	437.6cB	11.39cD
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:0.5	46.23aA	25.44cB	4bB	602.2aA	16.38aA
	1:2.5	45.56aA	36.21aA	3cC	594.9aA	14.60bB
	1:5.0	46.87aA	30.69bAB	4bB	528.4cB	11.34dC
	1:7.5	45.31aA	32.99abA	5aA	538.4bB	14.20bB
	CK	45.86aA	16.29dC	3cC	513.3dC	12.06cC

照多。

从主根长和根鲜重的变化可以看出, 包衣处理比对照根系质量好 (表 5)。其中甜豌豆 3 号包衣处理主根长和根鲜重比对照分别增加 2.28~3.57cm 和 0.42~2.38g, 绿宝包衣处理主根长和根鲜重

比对照分别增加 1.53~4.40cm 和 2.62~3.30g, 宝峰 6 号包衣处理主根长和根鲜重比对照分别增加 0.25~0.72cm 和 0.82~2.98g, 食荚大菜豌豆 1 号包衣处理主根长和根鲜重比对照分别增加 0.43~1.93cm 和 2.24~5.50g。

表 5 不同药种比处理主根长、根鲜重比较  
Table 5 Comparisons of main root length and fresh root weight among different ratios of agent and seed treatments

品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	主根长 Main root length (cm)	根鲜重 Fresh root weight (g)
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	16.01bB	6.92aA
	1:2.5	17.30aA	6.84aA
	1:5.0	16.93aA	6.90aA
	1:7.5	16.04bB	4.96bB
	CK	13.73cC	4.54bB
绿宝 Lübao	1:0.5	18.83aA	12.86aA
	1:2.5	18.12aA	13.54aA
	1:5.0	18.24aA	13.40aA
	1:7.5	15.96bB	12.94aA
	CK	14.43cC	10.24bB
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	14.68aA	5.10cC

续表 5 Table 5 (continued)

品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	主根长 Main root length (cm)	根鲜重 Fresh root weight (g)
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:2.5	15.15aA	6.70bAB
	1:5.0	14.91aA	6.44bB
	1:7.5	14.82aA	7.26aA
	CK	14.43aA	4.28dD
	1:0.5	13.62bcBC	7.44cC
	1:2.5	14.45abAB	10.70aA
	1:5.0	15.12aA	8.28bcBC
	1:7.5	14.57aAB	9.22bAB
	CK	13.19cC	5.20dD

虽然不同药种比包衣处理的主根长和根鲜重均大于对照，且大部分达到显著或极显著水平，但不同品种不同药种比处理主根长和根鲜重的表现有所不同。甜豌豆 3 号主根长药种比 1:5.0 处理和 1:2.5 处理无显著性差异，但均极显著高于 1:0.5 和 1:7.5 处理的主根长；根鲜重在 1:0.5、1:2.5 和 1:5.0 药种比处理间无显著性差异，均极显著高于 1:7.5 处理的根鲜重。绿宝主根长在 1:0.5、1:2.5 和 1:5.0 药种比处理间无显著性差异，均极显著高于 1:7.5 处理的主根长；根鲜重在 4 个药种比处理间均无显著性差异。宝峰 6 号主根长 4 个药种比处理间及与对照之间均无显著性差异；1:7.5 药种比处理的根

鲜重在 4 个药种比处理中最大。食荚大菜豌豆 1 号在 1:2.5、1:5.0 和 1:7.5 药种比处理的主根长之间无显著性差异，1:5.0 药种比处理的主根长极显著大于 1:0.5 处理的主根长；1:2.5 药种比处理的根鲜重在 4 个药种比处理中最大。

2.4 不同药种比种子包衣处理对豌豆产量性状及产量的影响

4 个品种不同处理产量性状测定结果列于表 6。从表 6 可以看出，产量三因素中千粒重受复配种衣剂的影响最大，4 种药种比处理的千粒重均极显著大于对照，其中 1:5.0 药种比处理的千粒重增幅最大，且显著或极显著大于其他药种比处理；其次是

表 6 不同药种比处理产量性状及干子粒产量比较  
Table 6 Comparisons of yield traits and dry grain yield among different ratios of agent and seed treatments

品种 Cultivar	药种比 Ratio of agent and seed	单株荚数 Pods per plant	荚粒数 Seeds per pod	百荚鲜重 (g) 100-pod fresh weight	双荚率 (%) Double pods rate	千粒重 (g) 1000-seed weight	干子粒产量 (kg/667m <sup>2</sup> ) Dry grain yield	增产率 (%) Yield increase rate
甜豌豆 3 号 Tianwan 3	1:0.5	7.4aA	5.2aA	350.1cC	28.6dD	154.9bB	264.4bB	15.3
	1:2.5	6.8abA	5.3aA	363.7bB	33.3cC	157.4bB	253.3cC	10.5
	1:5.0	7.1abA	5.2aA	380.8aA	37.5bB	168.4aA	275.4aA	20.1
	1:7.5	7.1abA	5.0aA	365.1bB	42.8aA	158.4bB	252.8cC	10.3
	CK	6.7bA	5.2aA	353.9cC	28.6dD	144.4cC	229.2dD	—
绿宝 Lübao	1:0.5	6.6aA	5.7aA	467.0bC	20.0cB	220.4bB	369.0cB	13.5
	1:2.5	6.3aA	6.1aA	485.0aAB	25.0bB	220.6bB	379.6bB	16.7
	1:5.0	6.3aA	6.1aA	493.2aA	33.3aA	231.0aA	394.7aA	21.4
	1:7.5	6.1aA	5.7aA	472.8bBC	33.3aA	221.0bB	342.2dC	5.3
	CK	5.9aA	6.0aA	469.4bC	20.0cB	205.2cC	325.1eD	—
宝峰 6 号 Baofeng 6	1:0.5	8.9aA	5.2aA	352.3bB	20.0cC	174.2cB	358.5bcB	11.6
	1:2.5	8.7aA	5.3aA	331.0cC	22.2cBC	175.6cB	364.5bB	13.5
	1:5.0	9.0aA	5.2aA	366.7aA	30.0aA	186.8aA	387.0aA	20.5
	1:7.5	8.5aA	5.2aA	318.8dD	25.0bB	180.4bAB	353.8cB	10.1
	CK	8.5aA	5.1aA	311.6eD	25.0bB	166.2dC	321.2dC	—
食荚大菜豌豆 1 号 Shijiadacaiwan 1	1:0.5	6.4abA	5.5aA	514.6cCD	40.0aA	148.6bB	234.5bB	11.1
	1:2.5	6.5aA	6.0aA	528.0bB	16.6cC	148.4bB	256.5aA	21.5
	1:5.0	6.1abA	5.6aA	547.8aA	28.5cB	172.2aA	253.4aA	20.0
	1:7.5	6.5aA	5.7aA	523.4bBC	20.0dC	152.6bB	252.5aA	19.6
	CK	5.9bA	5.7aA	504.3dD	33.3bB	140.6cC	211.0cC	—

单株荚数, 4个药种比处理的单株荚数基本上均大于对照, 但增幅不大; 而荚粒数在不同药种比处理及与对照之间没有显著性差异。由于复配种衣剂处理使千粒重较大幅度增加和单株荚数小幅增加, 使不同药种比处理的干子粒产量均极显著高于对照; 甜豌豆3号、绿宝和宝峰6号均以1:5.0药种比处理的干子粒产量增幅最大, 且极显著高于其他药种比处理, 食荚大菜豌豆1号干子粒产量在1:2.5、1:5.0和1:7.5药种比处理之间无显著性差异, 但均高于1:0.5药种比处理。

在不同药种比处理的百荚鲜重中均以1:5.0药种比处理增幅最大, 与对照相比均达到极显著水平。而双荚率在不同品种上没有规律性变化。

### 3 结论与讨论

豌豆抗旱、耐瘠, 性喜冷凉, 是干旱半干旱雨养农业区重要的资源性经济作物。但目前世界上豌豆产区均面临根腐病这一毁灭性病害的威胁<sup>[20]</sup>, 严重地块可成片死苗, 几乎绝产。豌豆病毒病的危害也日益凸显, 染病植株矮化, 常出现“莲座样”植株形状, 结荚少, 豆荚不规则扭曲、瘪荚, 通常只产生1或2粒种子, 常造成严重减产<sup>[21]</sup>。本研究复配种衣剂使用亮盾是为了防治根腐病, 添加高巧是为了杀灭蚜虫间接防治病毒病, 添加凯普克植物生长调节剂以促进幼苗生长。而有关豌豆种子包衣的研究报道尚少。

使用复配种衣剂首先不能对种子出苗产生负面影响。张婷等<sup>[13]</sup>在研究农药与木霉菌粉剂复配包衣对玉米出苗与生长的影响中发现, 复配组合和比例不合适可对玉米出苗产生抑制。黄文静等<sup>[15]</sup>研究表明, 当35%吡多福悬浮种衣剂:种子大于1:50时, 种子发芽率、发芽势和活力指数均低于对照, 紫苏单株干重下降, 生物量降低。本研究不论从木箱法发芽试验还是从田间出苗试验结果看, 4个品种均以1:5.0药种比处理室内和田间出苗率最为理想, 4个品种室内和田间平均出苗率分别比对照提高了15.8%和10.7%。李防洲等<sup>[16]</sup>使用水杨酸以及外源调节剂复配包衣处理均能显著提高低温胁迫下棉花种子的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数, 其中发芽指数和活力指数极显著增加, 增幅分别为41.2%~44.4%和51.2%~63.9%。本研究复配种衣剂处理对田间出苗率的提高可能

与添加凯普克有关。另外, 复配种衣剂的剂量对不同豌豆品种抑制程度不同, 1:0.5高药量药种比对甜豌豆3号和绿宝种子出苗产生了不同程度的抑制, 而对宝峰6号和食荚大菜豌豆1号未表现出抑制。

黄文静等<sup>[15]</sup>研究表明, 种衣剂处理可使紫苏生育期提前, 35%吡多福悬浮种衣剂:种子1:100处理, 紫苏开花期比对照提前5d, 坐果期和成熟期比对照提前5和10d, 收获期比对照提前10d。而本研究结果表明, 豌豆各生育时期在不同药种比处理间及与对照之间均无显著差异。

本试验通过复配种衣剂不同药种比对出苗、幼苗生长、幼苗质量、生理指标、产量因素的影响研究, 确定1:5.0为最佳药种比。1:5.0药种比处理能够明显促进种子萌发, 地上部植株鲜重、叶绿素含量、叶面积、主根长、根鲜重和根干重均占优势, 植株生长健壮, 这为产量形成打下了良好的生理和形态基础。通过对产量三因素分析, 该复配种衣剂对豌豆千粒重有较大的提升作用, 对单株荚数有小幅提高, 而对荚粒数几乎没有影响。复配种衣剂对豌豆鲜荚产量的作用仍以1:5.0药种比处理为最大, 4个品种鲜荚产量平均比对照提高9.2%, 低于干子粒增产率。

需要说明的是, 2016年秦皇岛地区豌豆根腐病和病毒病发生较轻, 使得包衣处理和对照在根腐病和病毒病的抗性表现上没有明显差异, 但通过近些年观察, 亮盾+高巧+凯普克复配种衣剂在大田上应用的确有良好的表现。另外, 复配种衣剂对豌豆种子寿命的影响及3种药剂的互作机理尚需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 颜启传. 种子学. 北京: 中国农业出版社, 2001: 283-292.
- [2] 张藏藏, 王玺, 于明艳. EM包衣对玉米苗期防治丝黑穗病效果的研究. 玉米科学, 2009(3): 34-36.
- [3] 修英涛, 李学荣, 李勇, 等. 包衣种子对抗病虫、生长产量的影响. 辽宁农业科学, 1998(6): 24-27.
- [4] Bell J V, Stewart A, Rowarch J S. Application method and growing medium affects the response of cucumber seedling to inoculation with *Trichoderma harzianum*. Australasian Plant Pathology, 2000, 29: 15-18.
- [5] 宋晓曦, 王玺. EM包衣对玉米种子萌发及产量的影响. 河南农业科学, 2007(6): 38-39, 42.
- [6] 潘玉荣, 谭亚丽, 谷子秀. EM菌对水稻种子发芽的影响. 吉林农业科学, 1998(2): 61-62.
- [7] 杨业圣, 侯立白, 张雯. 包衣对玉米种子萌发及生长特性的影响. 安徽农业科学, 2005, 33(4): 565-566.
- [8] Zhang H Q, Zou Y B, Xiao G C, et al. Effect and mechanism of cold tolerant seed-coating agents on the cold tolerance of early Indica rice

- seedlings. *Agricultural Sciences in China*, 2007, 6(7): 792–801.
- [9] 武亚敬, 张金香, 高广瑞, 等. 我国种衣技术的研究进展. *作物杂志*, 2007(4): 62–66.
- [10] 马文广, 郑昀晔, 李永平. 种子引发与催芽包衣丸化技术在我国烟叶生产中的应用. *浙江农业科学*, 2011(1): 211–215.
- [11] 崔华威, 马文广. 种子包衣剂及包衣方法研究进展. *种子*, 2015, 34(1): 48–53.
- [12] 王绍敏, 国淑梅, 牛贞福, 等. 45% 烯肟菌胺·苯醚甲环唑·噻虫嗪悬浮种衣剂对冬小麦生长发育的影响和主要病虫害的防控研究. *作物杂志*, 2016(4): 167–171.
- [13] 张婷, 衣思瑶, 武向文, 等. 农药与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米出苗与生长的影响. *上海交通大学学报 (农业科学版)*, 2011, 29(4): 61–66.
- [14] 刘金秋, 赵风华, 姜雨萌, 等. 微生物制剂包衣对冬小麦生长发育的影响. *作物杂志*, 2015(4): 115–120.
- [15] 黄文静, 赵宏光, 孙晓春, 等. 种衣剂包衣对紫苏生长发育和抗病虫害的影响. *种子*, 2018, 37(6): 43–48.
- [16] 李防洲, 冶军, 侯振安. 外源调节剂包衣对低温胁迫下棉花种子萌发及幼苗耐寒性的影响. *干旱地区农业研究*, 2017, 35(1): 192–197.
- [17] 田体伟, 雷彩燕, 王怡, 等. 种衣剂的副作用研究进展. *种子*, 2014, 33(11): 51–55.
- [18] 宗绪晓, 王志刚, 关建平, 等. 豌豆种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [19] 黄穗华, 罗昊文, 黄兴革, 等. 药剂拌种对直播稻秧苗生长和生理特性的影响. *作物杂志*, 2018(2): 171–176.
- [20] 连荣芳, 王梅春, 墨金萍, 等. 豌豆种质资源抗根腐病鉴定及利用价值分析. *作物杂志*, 2012(6): 111–114.
- [21] 陆建英, 杨晓明. 豌豆种传花叶病毒病研究综述. *甘肃农业科技*, 2013(9): 50–53.

## Effects of Compound Seed Coating Agents on Pea Growth and Yield

Dong Lifeng<sup>1</sup>, Lin Xiaohu<sup>1</sup>, Liu Chunrong<sup>2</sup>, Hou Guishuang<sup>3</sup>,  
Zhang Chunlu<sup>1</sup>, Fu Jinfeng<sup>1</sup>, Wang Fengbao<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Agronomy and Biotechnology, Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao 066004, Hebei, China; <sup>2</sup>Fengnan Agriculture and Animal Husbandry Bureau of Tangshan City, Tangshan 063300, Hebei, China; <sup>3</sup>Qinhuangdao Agriculture Bureau, Qinhuangdao 066000, Hebei, China)

**Abstract** Three farm chemicals were chosen and compounded, i.e. Liangdun (seed coating agent for preventing root rot), Gaoqiao (insect repellent for indirectly preventing virus disease) and Kaipuke (promoting plant growth) to screen out the suitable compound seed coating for pea seeds. The seeds of four vegetable pea cultivars, Tianwan 3, Lübao, Baofeng 6 and Shijiadacaiwan 1, were coated with the compound seed coating agents. The suitable ratio of agent and seed would be selected on the basis of performance of seedling rate, important agronomic characters and yield. The results were as follows: when the ratio of agent and seed was 1:0.5, the seedling emergence rates of Tianwan 3 and Lübao were restrained; when the ratio was 1:7.5, there was no significant difference in seedling emergence rate, farm characters and yield compared with the control group; when the ratio was 1:5.0, the seedling emergence rate was the highest with the best seedling quality; the average yield was 20.5% higher than that of the control group. Therefore, the best proportion of coating pea seeds with the compound seed coating agent is the formulation of the mixture of Liangdun 10mL, Gaoqiao 20mL and Kaipuke 10mL for pea seeds 5.0kg.

**Key words** Pea (*Pisum sativum* L.); Compound seed coat agent; Growth; Yield