

包膜复混肥对油菜产量和生物量及养分积累的影响

何俊龙^{1,2,3}, 谭太龙^{4*}, 刘强^{1,2,3}, 荣湘民^{1,2,3}, 彭建伟^{1,2,3}, 宋海星^{1,2,3*}, 官春云⁴

(1.湖南农业大学资源环境学院,湖南 长沙 410128; 2.农田污染控制与农业资源利用湖南省重点实验室,湖南 长沙 410128; 3.植物营养湖南省普通高等学校重点实验室,湖南 长沙 410128; 4.国家油料改良中心湖南分中心,湖南 长沙 410128)

摘 要: 为了探明包膜复混肥在油菜方面的应用效果,采用田间小区试验,研究包膜复混肥料对‘湘杂油 1613’油菜产量、生物量和养分积累的影响。结果表明:包膜复混肥能够提高作物产量和结实率,产量可达到 2 342.49 kg/hm²,比对照增产 114.79%,比全量普通复混肥处理增产 10%;千粒重达到 4.9 g,比对照提高 9.9%;每角果粒数平均 16.94 个,比对照提高 28.9%;包膜复混肥对肥力调节具有显著作用,能够一定程度上调节光合物质的转移方向,有效促进前期根的生长;施用包膜复混肥的氮、磷、钾利用率分别达 45.04%、17.38%、72.20%,比普通复混肥处理分别提高了 11.98%、26.02%、25.52%。

关 键 词: 油菜;包膜复混肥;产量;生物量;养分积累

中图分类号: S565.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)06-0666-04

Effects of coated compound fertilizer on rape yield, biomass and nutrient accumulation

HE Jun-long^{1,2,3}, TAN Tai-long^{4*}, LIU Qiang^{1,2,3}, RONG Xiang-min^{1,2,3},
PENG Jian-wei^{1,2,3}, SONG Hai-xing^{1,2,3*}, GUAN Chun-yun⁴

(1.College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Key Laboratory of Farmland Pollution Control and Agricultural Resources Use Changsha 410128, China; 3.Hunan Provincial Key Laboratory of Plant Nutrition in Common University, Changsha 410128, China; 4.National Center of Oilseed Crops Improvement, Hunan Branch, Changsha 410128, China)

Abstract: A field plot experiment was carried out to test impacts of coated compound fertilizer on the yield, biomass and nutrient accumulation of rape, which is named by ‘Xiangzayou 1613’. The results suggested that: coated compound fertilizer could increase rape yields, improve its quality and ripening rate. The yield could reach 2 342.49 kg/hm², which increased by 114.79% compared with that of CK and 10% with that of ordinary urea fertilizer. The thousand grain weight reached 4.9 g, which is higher 9.9% than that of CK. The average number of pod grains reach 16.94, which increased by 28.9% compared with that of CK. Coated compound fertilizer had a significant impact on soil fertility, and could regulate the transfer direction of photosynthetic materials to some extends, moreover, it could effectively promote the early-growth of roots. The utilization rate of nitrogen, phosphorus and potassium in coated compound fertilizer could reach 45.04%, 17.38%, 72.20%, and increased by 11.98%, 26.02%, 25.52% compared with those of ordinary fertilizer, respectively.

Key words: rape; coated urea fertilizer; yield; biomass; nutrient accumulation

油菜具有需肥量大、耐肥性强的特点,其产量、效益的提高与施肥密切相关^[1]。传统施肥方法的养

收稿日期: 2013-06-18

基金项目: 湖南省高校创新平台开放基金项目(12K064); 湖南省政府专项(湘府阅 2012-45 号)

作者简介: 何俊龙(1988—),男,陕西渭南人,硕士,主要从事植物营养与施肥原理研究,727608308@qq.com; *通信作者,ttl2005@aliyun.com, shx723@163.com

分利用率低,养分流失影响农业和环境的可持续发展^[2-3]。中国当前氮、磷、钾肥的利用率分别为30%~35%、10%~20%、35%~50%^[4-6]。农民为了节省劳动力而一次性施入的大量肥料,通过地表径流和渗漏作用造成了严重的农业面源污染。包膜肥料是缓控施肥^[7-9]研究的重要方向,具有控制条件单一、养分释放缓慢且释放期长等特点^[10-11]。包膜肥料在油菜方面的应用较少。笔者自制高聚物包膜复混肥,并研究其不同施用量对油菜产量、生物量和养分吸收的影响,旨在为包膜肥料在油菜方面的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试油菜品种‘湘杂油1613’由国家油料改良中心湖南分中心提供。供试土壤为第四纪红土发育的红黄壤,土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为24.36、0.85、0.56、15.97 g/kg,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为105.1、25.88、70.65 mg/kg。供试肥料为湖南兴湘科技开发有限公司生产的含N-P₂O₅-K₂O 12-6-7油菜专用肥,总养分≥25%。包膜复混肥由供试肥料用自制高聚物包膜材料包裹而成。硼肥为硼砂。

1.2 试验设计

田间试验于2010年10月至2011年5月在湖南省衡阳县西渡镇进行。根据湖南省油菜需肥特征和试验区土壤肥力状况,设5个处理。处理1:施普通复混肥750 kg/hm²;处理2:施普通复混肥375 kg/hm²;处理3:施包膜复混肥750 kg/hm²;处理4:施包膜

复混肥375 kg/hm²;处理5:不施肥(对照)。每个处理施硼肥(含硼10.8%)15 kg/hm²。设3次重复。共15个小区,随机区组排列。每小区面积20 m²(2 m×10 m,其中5 m²为采样区,15 m²为测产区)。油菜于2010年10月22日直播,出苗后通过2次间苗将密度调整为37.5万株/hm²,2011年5月10日收获。田间管理同一般油菜田。

1.3 测定项目与方法

分别于油菜苗期、盛花期和收获期采全株样品进行考种(每小区5株,根系挖掘深度为20 cm),洗净、烘干后测生物量;粉碎、过筛后用H₂SO₄-H₂O₂进行消煮,测定油菜植株的氮、磷、钾含量。植株全氮含量测定采用凯氏定氮法,全磷含量测定采用钒钼黄比色法,全钾含量测定采用火焰光度计法^[12]。

1.4 数据处理

采用Excel 2012和SPSS 17.0统计分析软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 包膜复混肥对油菜产量的影响

由表1可见,包膜复混肥对油菜产量的提高具有极显著的效果。处理3的产量最高(2342.49 kg/hm²),比对照(处理5)增产114.79%,比处理1增产10%;处理4的产量比对照增产81.25%,比处理2增产12%;处理2与处理1相比,处理4与处理3相比,处理2与处理4相比,产量均极显著下降,但处理4只比处理1减产7.7%。可见,包膜复混肥处理(处理3和处理4)可以提高籽粒产量。

表1 各处理油菜籽粒产量及产量构成因素

Table 1 Different treatments rapeseed grain yield and yield components

处理编号	籽粒产量/(kg·hm ⁻²)	增产率/%	每株角果数/个	千粒重/g	每角果粒数/粒
1	2 129.54bB	95.27	233.13	4.74	16.22
2	1 764.90dD	61.93	188.86	4.54	14.29
3	2 342.49 aA	114.79	223.06	4.90	16.94
4	1 976.69 cC	81.25	220.00	4.60	15.45
5(对照)	1 090.58 eE	0.00	123.13	4.46	13.14

角果数、千粒重以及每角果粒数被认为是构成产量的三要素。由表1每株角果数可见,处理3低于处理1,处理4高于处理2;千粒重处理3高于处理1,

处理4高于处理2;每角果粒数处理3高于处理1,处理4高于处理2;虽然各处理每株角果数、千粒重和每角果粒数间的差异无统计学意义,但包膜复混肥

对提高千粒重与每角果粒数具有明显的效果。其中处理3千粒重最高(4.9 g),比处理1高3.4%,比处理5高9.9%;处理3每角果粒数平均16.94粒,比处理1高4.4%,比处理5高28.9%。对表1的整体分析结果表明,包膜复混肥对油菜有增产作用,主要表现在提高千粒重和增加每角果粒数。

2.2 包膜复混肥对油菜生物量的影响

如表1所示,油菜在整个生育期生物量的积累逐渐增加,从苗期到盛花期增长较快,盛花期到收获期增长缓慢。处理1在整个生育期的生物量积累最多,处理5明显偏低。处理1、处理2和处理5在整个生育期生物量积累的变化趋势相似,其生物量积累主要集中在苗期和盛花期,从盛花期至收获期的积累很少。处理3和处理4生物量积累的变化趋势相似,在整个生育过程中的生物量积累均持续增长。在收获期,处理4的生物积累量与处理3的相当,可见,包膜复混肥在肥力调节方面的效果显著,能够有效地促进油菜生长后期生物量的积累,可以为籽粒形成于灌浆提供充足的养分。

表 1 各处理油菜不同生育期的总生物量

Table 1 Different growth stages of treatments rape total biomass g			
处理编号	苗期总生物量	盛花期总生物量	收获期总生物量
1	18.76	58.23	61.71
2	12.77	43.33	46.56
3	14.26	48.05	57.04
4	10.45	40.94	56.21
5(CK)	5.00	24.34	25.63

由表2可见,根茎比的变化整体呈先升后降的趋势,表明油菜在2个阶段的生长侧重点不一样,

表 2 各处理油菜不同生育期的根茎比

Table 2 Different growth stages of treatments rape R/S

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

从苗期到盛花期,光合产物较多地向地下部分转移,从而为后期吸收充足的养分与水分打下基础;从盛花期到收获期光合产物主要向地上部转移。苗期根茎比处理3低于处理1,处理4低于处理2;盛花期根茎比处理3高于处理1,处理4高于处理2,尤其是处理4达到最大值;收获期处理5(对照)的根茎比最大,其余4个处理无明显差别,表明包膜复混肥能够在一定程度上影响光合产物的分配方向,在生长前期促进根的生长。

表 2 各处理油菜不同生育期的根茎比

Table 2 Different growth stages of treatments rape R/S

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	0.10
4	0.15	0.25	0.09
5(CK)	0.16	0.18	0.11

处理编号	苗期根茎比	盛花期根茎比	收获期根茎比
1	0.19	0.19	0.09
2	0.16	0.18	0.09
3	0.18	0.20	

别达45.04%、17.38%、72.20%，比处理1分别提高11.98%、26.02%、25.52%。可见，包膜复混肥的施用可以在收获期提高肥料的利用率。

表 4 各处理油菜不同生育期的肥料利用率

Table 4 Different growth stages of treatments rapefertilizer utilization %									
处理编号	苗期肥料利用率			盛花期肥料利用率			收获期肥料利用率		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	32.17	5.49	32.02	69.57	13.11	43.80	40.22	13.79	57.52
2	37.97	7.34	32.93	81.41	16.28	69.09	50.16	14.11	69.69
3	21.06	4.21	24.11	34.98	8.96	34.58	45.04	17.38	72.20
4	15.75	4.70	28.63	54.65	11.62	46.12	67.35	21.22	86.74
5(CK)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3 讨论与结论

包膜复混肥应用于油菜的增产效果明显，油菜产量达2 342.49 kg/hm²，比对照增产114.79%，比施用全量普通复混肥增产10%；施用半量包膜复混肥的产量比对照增产81.25%，比施用半量普通复混肥增产12%；半量包膜复混肥处理的产量下降，但只比全量普通复混肥处理减产7.7%。包膜复混肥对油菜产量的提高主要体现在对油菜籽粒千粒重与每角果粒数的提高，其中施用全量包膜复混肥的千粒重达4.9 g，比普通全量复混肥高3.4%，比不施肥处理高9.9%。施用包膜复混肥后，每角果粒数平均达16.94粒，比施用普通全量复混肥高4.4%，比对照高28.9%。由于每角果粒数可以客观反应油菜的结实情况，因此，施用包膜复混肥还可以提高油菜的结实率。

包膜复混肥能够为油菜后期生长和结实提供营养，能够促进油菜生长前期根的发育。通过对养分积累和肥料利用率的分析，包膜复混肥在油菜生长前期的效果相对较差，到收获期才表现出较好的效果，在收获期能够明显提高肥料的利用率，满足作物生长对养分的需求。

参考文献:

[1] 汪浩. 油菜需肥特性及施肥技术[J]. 现代农业科技, 2009(23): 83–86.

[2] 张德奇, 季书勤, 王汉芳, 等. 缓/控释肥的研究应用现状及展望[J]. 耕作与栽培, 2010, 43(3): 46–48.

[3] 邓力超, 薛灿辉, 屠乃美, 等. 包膜型缓释肥及在油菜上的应用[J]. 作物研究, 2012, 26(5): 616–619.

[4] 张素君, 张建周, 李志宏, 等. 作物施用缓释肥效果与应用浅议[J]. 现代农村科技, 2011(2): 45–46.

[5] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与施肥学, 1998, 4(3): 219–223.

[6] 朱万斌, 王海滨, 林长松, 等. 中国生态农业与面源污染减排[J]. 生态环境, 2007, 23(10): 184–187.

[7] 孙又宁, 王旭, 余梅玲, 等. 包膜尿素养分释放特性测定方法的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(3): 587–591.

[8] 茹铁军, 王金铭, 曹一平. 包膜型缓释肥料研发进展[J]. 磷肥与复肥, 2010, 25(6): 50–55.

[9] 赵秉强, 张福锁, 廖宗文, 等. 我国新型肥料发展的战略研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(5): 536–545.

[10] 肖强, 张夫道, 王玉军, 等. 纳米材料胶结包膜型缓/控释肥料对作物产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(5): 951–955.

[11] 肖强, 邹国元, 左强, 等. 适用于半干旱条件微水溶性胶结包膜缓释肥的研制及评价[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(1): 82–87.

[12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.

责任编辑: 王赛群
英文编辑: 王 库