

增效控失复合肥料的生产与应用

胡婷婷, 方 婕, 王梦娣, 汪秋云, 曹胜飞

中盐安徽红四方肥业股份有限公司, 安徽 合肥

收稿日期: 2022年12月12日; 录用日期: 2023年1月9日; 发布日期: 2023年1月16日

摘 要

本文介绍了增效控失复合肥料产品的生产工艺、技术性能及应用效果。通过智能化精准分配系统制得化肥养分控失剂, 和养分增效剂一起, 结合氨酸法造粒工艺生产出增效控失复合肥料产品。生产方法简单、劳动强度低、现场操作环境质量好、物料消耗较低、产品制造成本低、产量高、质量稳定。肥料田间试验示范效果表明, 与当地农民习惯施肥相比, 施用增效控失肥可达到增产显著、减肥明显、省时省工的效果。

关键词

增效控失复合肥料, 生产工艺, 智能化精准分配系统, 增效剂, 氨酸法造粒工艺, 应用效果

Production and Application of Synergistic Loss-Controlled Compound Fertilizer

Tingting Hu, Jie Fang, Mengdi Wang, Qiuyun Wang, Shengfei Cao

CNSG Anhui Hongsifang Co., Ltd., Hefei Anhui

Received: Dec. 12th, 2022; accepted: Jan. 9th, 2023; published: Jan. 16th, 2023

Abstract

The production process of products, and main specifications, and field test results of synergistic loss-controlled compound fertilizer are introduced. The synergistic loss-controlled compound fertilizer is prepared through an intelligent precise distribution system, nutrient synergist, and prilling process by ammonia/acid method. The whole process has a simple production method, low labor intensity, good on-site operation environment, low material consumption, low product manufacturing cost, high output and stable quality. Field experimental results show that fertilizer efficiency is remarkable. Compared with the conventional compound fertilizer treatment, the application of synergistic loss-controlled compound fertilizer can achieve high-level food production, low consumption of fertilizers, time-saving and labor-saving.

Keywords

The Synergistic Loss-Controlled Compound Fertilizer, Production Process, Intelligent Precise Distribution System, Nutrient Synergist, Prilling Process by Ammonia/Acid Method, Application Effects

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国际合作委员会农业面源污染控制课题组研究指出：我国氮肥施用量的一半在被农作物吸收之前就以气体形态逸失到大气中或从排水沟渠流到水体环境中，造成巨大危害。美国早年的评估报告说：美国面源污染几乎占总污染量 2/3，其中农业面源占面源总量的 68%~83%，影响到 50%~70% 受污染或威胁的地表水体。由于化肥对农业生产的重要性和不合理使用对环境的危害性形成一对突出的矛盾，农业农村部《到 2025 年化肥减量化行动方案》、工信部《关于推进化肥行业转型发展的指导意见》等相关政策，要求肥料朝着更高效、安全、环保的方向发展。

近年来，生态农业绿色发展的理念逐步演变为农业发展观的一场深刻革命，同时也已成为农业供给侧结构性改革的主攻方向。与之配套的化肥“零增长”、减肥增效、有机肥替代化肥等政策要求的陆续出台，也在农资领域掀起了一场“科学用肥，绿色发展”的转型风暴。腐植酸类肥料明显满足绿色发展的特点，它具有改良土壤、提高肥料利用率、节省成本、减少用肥污染、增强作物抗旱抗寒抗病能力，提高作物产量和品质等作用。公司对控失肥配方及工艺进行优化，在现有化肥养分控失技术基础上，特别添加腐植酸类增效剂，开发了增效控失复合肥料，能明显实现农用化肥的绿色化，推动和促进绿色农产品的生产和发展。化肥养分控失技术的研究和应用，进一步降低生产成本，大大增强企业和产品的核心竞争力，产品能够更快速地占领国内市场，尤其是在大田作物上的大面积推广应用，使增效控失复合肥料的需求量和使用量大幅度增加，提高了生产企业经济效益。

2. 增效控失复合肥料的生产

2.1. 增效控失复合肥料的生产工艺流程

先将凹凸棒黏土和生物高分子材料按配比要求充分混合均匀，经辐射改性制得控失剂[1]，再按工艺配方将控失剂、增效剂(矿源腐植酸或矿源黄腐酸钾)、钾肥、磷一铵、尿素等原料由电子皮带秤计量后，物料经破碎、均匀混合后送入造粒机内，采用氨酸法造粒工艺，颗粒经干燥、冷却和粗细振动筛分后(大于 4.5 mm 颗粒返回破碎机、小于 2.0 mm 细粒送入造粒机、合格颗粒进入包膜机内)，半成品进行防结块包膜处理，在包膜机前端连续分多次喷涂油剂包裹住肥料颗粒表面，包膜机中端用螺旋调速输送机加入防结块剂，经二次包裹防结块剂物料后再进行机器人自动包装，即可制得增效控失复合肥成品。工艺流程方框图见图 1。

2.2. 增效控失复合肥料的生产技术指标介绍

2.2.1. 自动配料系统

严格按工艺配方要求计量配料，注意控失剂添加量，组配增效剂、控失剂的几种物料控制好混合时

间，它是产品质量重要控制点；投料速度(20万吨/年)以 30 t/h 生产为宜，确保造粒机内进料速度均匀。

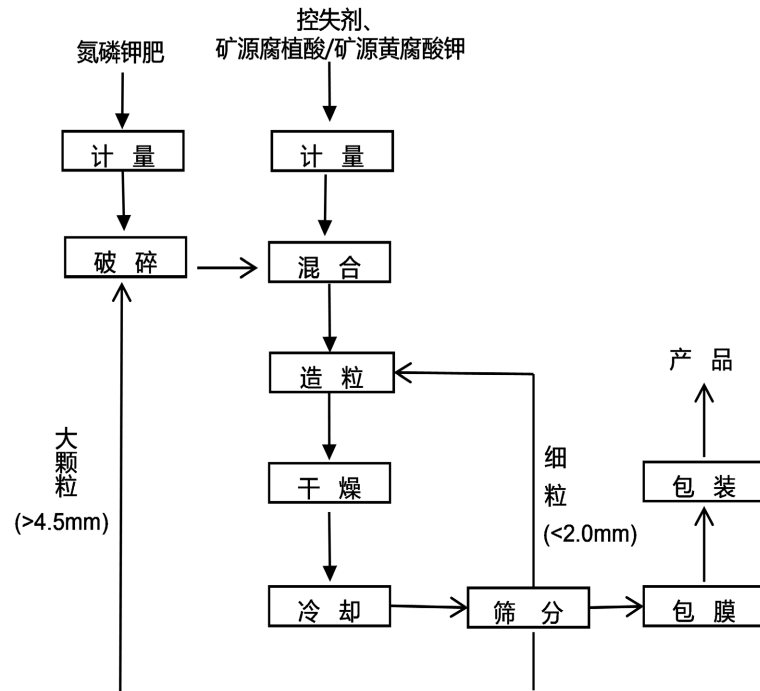


Figure 1. Flow-process diagram of the product production
图 1. 产品生产工艺流程图

2.2.2. 造粒系统

尿素熔融温度 120℃~130℃，管式反应器温度 90℃~130℃，液氨用量 15~30 kg/t 固体物料，稀硫酸用量 16~40 kg/t 固体物料[1]。

严格控制好造粒物料温度、造粒物料 pH 值和造粒机出口物料水分，造粒物料成球率达 80%~90%，蒸汽压力 0.5 MPa~0.8 MPa [1]。

2.2.3. 干燥系统

采用一段干燥和二段干燥过程，严格控制好进口物料温度和尾气出口温度。

2.2.4. 筛分系统

粗筛网径 4.5 mm，细筛网径 2.0 mm。

2.2.5. 冷却包装系统

严格控制好冷却机出口物料温度，包膜机出口物料温度。粒径保持在 2.00~4.50 mm。

2.2.6. 包膜工序

熔料槽控制温度：70℃~100℃；储油槽控制温度：70℃~100℃。

3. 增效控失复合肥料的技术创新性

增效控失复合肥料是指在生产过程中添加控制主要养分损失的控失剂[2]和优质矿源腐植酸或矿源黄腐酸钾，针对减少复合肥料施用后挥发、径流和淋溶[3]等损失而研制的一种基于内置分子网的新型复合肥料。矿源腐植酸或矿源黄腐酸钾，与无机化肥(如氮、磷、钾等)配合使用，能固氮、解磷、缓释钾，促

使有效成份转化, 尽快被作物吸收利用, 提高各种有效成份利用率在 80% 以上。增效控失复合肥料遇水时自组装形成胶体, 由于凹凸棒黏土链层状多孔道结构、高比表面积和极大的电荷交换容量, 以及该物质与生物高分子材料复配经辐射改性[4]增大了其比表面积, 提高了胶体的吸附性能, 产品施入土壤后, 控失剂、化肥、水和土壤微粒多元体系自组装形成微纳分子网网络, 通过氢键、表面张力、范德华力和粘滞力的作用“吸附”水分子和溶解其间的化肥营养分子[5], 使得体系内许多小分子团聚在一起, 放大了空间尺度。我们可以将土壤看做是一座巨大的过滤器, 水、控失剂和化肥营养分子“吸附”形成大的团粒, 就会被土壤过滤、截留, 从而增加其在土壤空隙中运动时的粘滞阻力, 根据爱因斯坦粘滞定律, 体现在粘滞系数的增大, 减缓化肥养分随水流迁移的速率, 从而达到控制化肥养分流失的目的[6]。

利用淋溶检测技术分析增效控失复合肥料产品的亲水性和控失率, 制定并备案增效控失复合肥料企业标准。制得的增效控失复合肥料产品养分稳定, 控失性能好, 大小均匀, 不结块、不粘连成团、不粉化, 完全符合产品技术指标要求。生产过程不污染环境, 零排放或少排放。控失剂和氮磷钾含量调节方便, 可适应多品种柔性生产。增效控失复合肥料生产工艺操作简单, 技术水平达到国内领先水平。

4. 增效控失复合肥料的应用

近些年公司与全国农技推广服务中心合作, 开展的肥料田间试验示范效果表明: 与当地农民习惯施肥相比, 施用增效控失肥可达到等养分投入增产, 减量养分投入稳产的效果; 在增产稳产情况下, 施用增效控失肥可减少化肥投入; 增效控失肥可一次性作底肥施用, 实现免追肥或减少追肥次数, 节省人工投入, 达到省时省工的效果。

4.1. 增效控失复合肥料在水稻上的应用

示范设计: 设 2 个处理, 不设重复, 每个处理面积为 3 亩。

处理 1: 红四方水稻养吧控失肥 43% (23-7-13) 含优质黄腐酸钾复合肥料 50 kg, 46% 尿素 5.5 kg (水稻拔节期追施);

处理 2: 当地习惯施肥亩施 45% (15-15-15) 配方肥 50 kg, 46% 尿素 14 kg (分别在拔节、孕穗期分别追施尿素 10 kg、4 kg)。

其中 43% 水稻养吧控失肥和 45% 配方肥都作为底肥一次性施入。

处理 1 和处理 2 具体氮、磷、钾施用量(折纯)见表 1。

Table 1. Fertilizer application of different fertilization treatments

表 1. 不同施肥处理的施肥量(kg/亩)

处理	实物量			折纯量		
	45% 配方肥	43% 养吧控失肥	46% 尿素	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	-	50	5.5	14.03	3.5	6.5
2	50	-	14	13.94	7.5	7.5

4.1.1. 产量分析

由表 2 可知, 根据试验示范的实收产量分析, 2 个处理的稻谷产量分别 719.3 kg/亩和 664.5 kg/亩, 处理 1 较处理 2 增产 54.8 kg/亩, 增产 8.2%, 经方差分析, 处理 1 和处理 2 差异显著[7] [8] [9]。

4.1.2. 效益分析

如表 3 所示, 根据示范处理的产量结果和施肥成本计算, 处理 1 的施肥成本 175.4 元/亩; 处理 2 的

施肥成本 174.2 元/亩。处理 1 产值 1942.1 元/亩；处理 2 产值 1793.3 元/亩，处理 1 较处理 2 节本增效 148.8 元/亩[10]。处理 1 养分投入为 24.03 kg/亩，比处理 2 低 4.91 kg/亩，节肥效果明显[4]。

Table 2. Yield level of the production demonstration test

表 2. 示范试验的产量水平

处理	各处理四个点产量水平(kg)					折合亩产 (kg/亩)	增产 (kg/亩)	增产率 (%)
	I	II	III	IV	\bar{x}			
1	33.8	29.6	34.3	31.7	32.4	719.3	54.8	8.2
2	31.2	28.3	30.1	30.0	30.1	664.5	-	-

注：农田试验，时间：2021 年，地点：安徽怀远。

Table 3. Economic benefits of different fertilization treatments on rice

表 3. 不同施肥处理水稻的经济效益

处理	产量(kg/亩)	产值(元/亩)	肥料用量(kg/亩)	施肥成本(元)	产投比
1	719.3	1942.1	24.03	175.4	11.1
2	664.5	1793.3	28.94	174.2	10.3

注：肥料以当季销售价：45%复混肥 2700 元/吨，43%养吧控失肥 3200 元/吨，尿素 2800 元/吨；稻谷(收后市场收购价) 2.7 元/kg 计。产投比包括基础地力产值与施肥成本之比。

4.2. 增效控失复合肥料在玉米上的应用

示范设计：设 2 个处理，不设重复，每个处理面积为 2.1 亩。

处理 1：习惯施肥，亩施红四方增效控失肥 46% (26-13-7) 60 kg；

处理 2：习惯施肥，亩施 51% (28-13-10) 60 kg。

Table 4. Effect of different treatments on maize yield

表 4. 不同处理对玉米产量的影响

示范处理产量(kg/亩)	农民习惯施肥产量(kg/亩)	增产量(kg/亩)	增产率(%)
755	692	63	9.10

注：农田试验，时间：2021 年，地点：山西原平。

由表 4 可知，应用红四方增效控失复合肥料的玉米亩产量达到 755 kg，而农民习惯施肥亩产量 692 kg，每亩增产 63 kg，增产率 9.1% [11] [12] [13]。

4.3. 增效控失复合肥料在甘蔗上的应用

示范设计：设 2 个处理，不设重复，每个处理面积为 2.0 亩。

处理 1：每次亩施红四方硫酸钾型增效控失肥 44% (18-8-18) 60 kg，分两次追施；

处理 2：习惯施肥，亩施尿素 50 kg，氯化钾 25 kg，分两次施下。

4.3.1. 不同处理对甘蔗农艺性状的影响

由表 5 可知，追施红四方硫酸钾型增效控失肥的甘蔗株高 270 cm，比农民习惯施肥的长 9 cm；茎径为 2.78 cm，比农民习惯施肥长 0.18 cm；单茎重 1.32 kg，比对照重 0.17 kg；有效茎 78,825 条/hm²，比对照多 1635 条/hm²，产量为 104.055 t/hm²，比对照多 15.285 t/hm²，增产率达 17.22%；经济效益方面，按

当前收购价 435 元/吨计, 施用红四方硫酸钾型增效控失肥的是 45,263.925 元/hm², 比施用农民习惯施肥的每公顷经济效益增加 6648.975 元。说明施用红四方硫酸钾型增效控失肥料对蔗茎的增长、增粗, 单茎重、亩有效茎的增加具有促进作用。

Table 5. Effect of different treatments on sugarcane yield and its components

表 5. 不同处理对甘蔗产量及其构成因素的影响

处理	株高(cm)	茎径(cm)	单径重(kg)	有效茎(条/hm ²)	产量(t/hm ²)	经济效益(元/hm ²)
1	270	2.78	1.32	78,825	104.055	45,263.925
2	261	2.60	1.15	77,190	88.77	38,614.95
1 比 2+ -	+9	+0.18	+0.17	+1635	+15.285	+6648.975

注: 农田试验, 时间: 2020 年, 地点: 广东翁源。

4.3.2. 不同处理对甘蔗的糖份含量及糖锤度的影响

Table 6. Effect of different treatments on sugarcane sugar content and brix content

表 6. 不同处理对甘蔗糖份含量和糖锤度的影响

处理	糖锤度(%)	糖份含量(%)	产量(t/hm ²)	含糖量(t/hm ²)
1	23.68	14.86	104.055	15.465
2	22.30	13.82	88.77	12.06
1 比 2+ -	+1.38	+1.04	+15.285	+3.405

注: 农田试验, 时间: 2020 年, 地点: 广东翁源。

从表 6 中可以看出, 施用红四方硫酸钾型增效控失肥的甘蔗糖锤度为 23.68%, 比农民习惯施用的增加 1.38%; 糖份含量为 14.86%, 比农民习惯施用的增加 1.04%; 含糖量为 15.465 t/hm², 比农民习惯施用的增加 3.405 t/hm²。说明甘蔗施用红四方硫酸钾型增效控失肥对甘蔗糖份、锤度、产量及亩含糖量具有促进作用, 糖锤度和糖份含量成正比例关系。

5. 结语

红四方增效控失复合肥料在水稻、玉米、果树等多种作物上施用的田间试验示范结果表明其有增产显著、减肥明显、省工省时的特点。将增效控失复合肥料价格控制在合理范围内, 农民在不增加或少增加肥料投入成本的情况下, 产量仍可增加, 农产品品质也得以提高, 经济效益明显, 推广应用前景极为广阔。因此, 大量生产和推广增效控失复合肥料具有重要的意义。

参考文献

- [1] 陈勇, 束维正. 控失性复合肥料的研制与评价[J]. 化肥工业, 2012, 39(6): 46-48.
- [2] 吴跃进, 余增亮. 化肥控失技术创新及其应用[J]. 高科技与产业化, 2009(6): 106-108.
- [3] 陈勇, 束维正, 郑兴来. 控失性复合肥料在小麦上的应用效果[J]. 中国农技推广, 2013(9): 38-39.
- [4] 束维正, 马友华, 陈勇, 等. 控失型复合肥料肥效试验[J]. 磷肥与复肥, 2009, 24(4): 83-84.
- [5] 陈天河, 吴跃进. 环境友好型新型肥料——控失性肥料创新及应用[J]. 安徽化工, 2012, 38(1): 9-11.
- [6] 丁仕奇, 吴跃进, 马友华, 等. 控失性复混(合)肥料全养分控失技术研究及应用[J]. 中国农技推广, 2013(10): 45-46.

- [7] 白珊珊, 万书勤, 康跃虎, 等. 不同控失肥对冬小麦产量和肥料农学效率的影响[J]. 华北农学报, 2017, 32(1): 149-155.
- [8] 宣丹丹, 陈芹, 张晓丹. 增效控失型肥料在水稻上试验报告[J]. 新农民, 2020(3): 37, 79.
- [9] 王传永, 潘锦勇. 控失肥在水稻栽培中的节本增效分析[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(6): 103-104.
- [10] 李蒙蒙. “红四方”控失肥对玉米产量性状的影响研究[J]. 农业科学, 2022, 4(5): 11-12.
- [11] 姜秋菊, 杨运琪. 试论中盐红四方“控失肥料”在玉米上的田间肥效示范[J]. 新农村(黑龙江), 2016(4): 26-27.
- [12] 尚峰. 玉米新型肥料增效控失肥田间试验初报[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(5): 88-89.
- [13] 李剑锋. 增效控失肥在玉米上的施用效果研究[J]. 现代农业科技, 2020(11): 14, 16.