

CODEX ALIMENTARIUS

国际食品标准



联合国粮食
及农业组织



世界卫生组织

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

预防和减少香辛料中真菌毒素操作规范

CAC/RCP 78-2017

2017 年通过

1. 引言

1. 香辛料的生产、加工、包装和销售过程十分复杂。这些过程延续时间长，可能涉及一系列场所。干制品的加工环节通常涉及到清洁（如挑拣、分类，以剔除杂物）、分级、（有时）浸泡、切片、干燥，偶尔还有研磨/碎裂。有些香辛料还需要通过处理来减少微生物污染。因为香辛料的预期用途各不相同，加工和包装/再包装环节也可能在多个地点进行，持续较长时间。

A. 目标

2. 本文旨在就预防和减少香辛料中真菌毒素制定通用操作规范，以便通过在食品链各环节采用特定的良好农业规范（GAPs）、良好生产规范（GMPs）和良好储存规范（GSPs），尽量合理降低这些毒素水平，从而通过预防性措施，降低消费者的风险。

B. 范围、应用和定义

范围

3. 本规范适用于香辛料，包括完整、破碎、经研磨或混合后的香辛料。干香草不属于本规范范围。

应用

4. 本规范应与《低水分含量食品卫生操作规范》（CAC/RCP 75-2015）、其有关香料和干香草的附件以及其它相关操作规范配合使用。
5. 本规范尽力为不同国家的生产方、运输方、加工商和制造商提供建议，同时充分考虑当地条件和落实规范中相关措施所面临的困难，确保产品在所有情况下的安全性。必要时，可灵活掌握有关香辛料初级生产的某些要求，但前提是针对产品所采取的控制措施足以保证其安全性。

定义

6. **香辛料**：干制植物或植物部位（根、根茎、球茎、树皮、花、果实、种子），在食品中使用后，可为食品带来风味、颜色和香气。该术语可同时适用于完整、破碎、经研磨和混合的调味品，包括采收时已呈干状的香辛料。
7. **来源植物**：从中取得香辛料的植物（非干燥）。

2. 基于良好农业规范、良好生产规范和良好储存规范的操作建议

2.1 采收前农业条件

8. 香辛料在干燥和储存期间易受田间有毒真菌的污染。建议采用合理的良好农业规范来减少有毒真菌的生长和传播。

9. 必要时，建议采用作物轮作或前后排序的做法，以恢复土壤肥力，减少有毒真菌接种体数量，将霉菌残留至下一年的几率降至最低。同时还应避免与已知的黄曲霉（*Aspergillus flavus*）寄主植物距离过近，如玉米。
10. 采用灌溉、施肥、剪枝和有害生物防治等措施，减少植物应激反应。
11. 昆虫造成的损伤会加剧作物附近的真菌感染，可通过有害生物综合防治计划，适当使用已注册的杀虫剂和其它合理措施，最大程度减少此类损伤。
12. 如有必要，可使用推荐的杀虫剂，将对来源植物的损伤降至最低，因为此类损伤随后可能诱发有毒真菌的侵入和传播，如通过毛虫钻出的开放性通道侵入和传播。
13. 作物周围的杂草应采用机械方式或使用适当的已注册选择性除草剂或其它安全、合适的除草措施加以防治。避免使用家畜粪便作为肥料，这有助于控制杂草和有毒真菌的扩散。合理的种植密度也有助于在植株生长过程中进一步防止杂草扩散。
14. 在农场备土过程中使用推荐的土壤除真菌剂可有助于减少有毒真菌接种体数量。裸种中的杂物碎片也可能为真菌感染提供载体。播种时，使用经过消毒的种子能预防霉菌和昆虫，并认真挑选播种季节，确保采收期正好处于最干燥季节。这种良好做法对气候温暖、潮湿的地区十分重要。
15. 使用除真菌剂是预防真菌生长的极有效方法。但使用除真菌剂时必须十分谨慎，因为有些除真菌剂可能会导致某些无毒真菌群落减少，刺激其它有毒真菌生长。
16. 建议避免在土壤中施用未经处理的有机肥，因为可能导致有毒真菌、人类病原体、食物腐败菌、杂草种子和其它有害植物的扩散。这对于通常采用刈割法而不是直接采收的香辛料作物尤为重要，因为溅起的雨水更容易污染刈割的调味品植株。鼓励采用经过适当处理的有机肥（堆肥）或经过处理的废水（或生物固体废物）来提高土壤肥力，增加竞争性真菌。
17. 如可食用部分为香辛料植株的地上部分，开花期应避免采用喷灌，因为这样做会加快孢子正常扩散速度和提高来源植物受有毒真菌感染的几率。同时建议避免漫灌，因为这样做可能导致疾病传播至整片土地。
18. 必须选择排水性良好的土壤，避免出现水涝。
19. 建议将患病和受损伤的植株或植株部分从地里去除，以减少有毒真菌接种体数量。

2.2 采收后农业条件

2.2.1 采收

20. 在采收过程中，应测定每批产品的水分含量，因为这会影响到干燥时间。尽可能避免在水分含量较高时采收作物（如降雨或晨露造成的和/或傍晚时的高湿度），因为此时采收的产品需要更长时间才能干燥，增加真菌生长和真菌毒素形成的几率。
21. 采收后对作物进行处理时，应避免对植物材料产生机械损伤，这种应激因素往往会带来生理和形态变化，会增加后续感染真菌的可能性。
22. 来自植株地上部分的香辛料如已掉落在地上，则可能会出现霉菌生长。受霉菌影响或感染霉菌的作物应被去除。或者也可将已掉落的来源植物单独采收，经过清洗、清洁、干燥和污染评估后重新纳入该批次产品。
23. 在可行的条件下，采收时应用一幅干净的塑料布覆盖植株下方的土壤，防止产品受到尘土污染或与采收前已经掉落地上的发霉植株部分混在一起。此条不适用于根茎类香辛料。
24. 应尽可能采用差别化采收法，只采收已成熟产品。这有利于确保产品质量，防止作物过度成熟造成霉菌生长和真菌毒素生成。与成熟产品相比，未成熟产品采收后需要更长时间才能干燥。
25. 如可能，每次只采收能及时加工的量，最大限度减少加工前有毒霉菌的生长。
26. 必须确保遵守除真菌剂标识上建议的用药与采收之间的时间间隔要求。
27. 应尽可能对每季实施的采收程序进行记录，包括具体测量值（如气温、水分、湿度）以及与推荐做法相比不同之处或所做调整。此类信息有助于了解特定年份导致真菌生长和真菌毒素生成的具体原因，有助于避免未来出现类似错误。

2.2.2 在农场内干燥

28. 干燥的主要目的是将刚采收的香辛料中较高的水分含量降至安全水平，保证产品的稳定性、安全性和高质量。作物的干燥应在采收后立即开始，农民应避免将作物长时间堆放或在袋中存放。干燥过程如果出现降雨，应酌情使用塑料布覆盖产品。晾晒场所应远离污染源，如尘土较多的区域，并在每天大部分时间里有充分的日晒和通风条件，以加快香辛料的干燥速度。应避免背阴和低洼区域。
29. 晾晒区表面的选择应根据当地气候、成本以及所晾晒产品的质量而定，因为不同类型的表面各有利弊。裸土表面不适合在雨季使用。塑料布会在香辛料层下方变得潮湿，促进真菌生长。在多雨或潮湿地区，香辛料必须有遮盖物遮盖，一旦表层香辛料干燥后，必须重新翻动。

30. 采收的速度和总耗时应在考虑天气好坏的前提下，根据晾晒区的面积和所需要的平均晾晒时间而定。
31. 干燥过程中应采取以下实用措施：
- (a) 晾晒时将香辛料铺成 3-5 厘米厚的薄层。有些情况下（如空气湿度低、通风良好、阳光较强，或在通常较干燥的地区）可铺得相对较厚。
 - (b) 日间经常翻动香辛料，以加快干燥速度，降低真菌生长风险，努力保证产品质量。
 - (c) 夜间对湿香辛料进行适当通风，以避免出现冷凝物。
 - (d) 不要将不同类型或不同日期采收的香辛料混合在一起。每批产品应做好特定标记，注明香辛料的种类和采收日期。
 - (e) 保护晾晒区不受各种动物的侵扰，因为这可能会成为生物污染源。
 - (f) 为避免晾晒过程中昆虫对产品造成损伤，应检查是否存在昆虫，必要时在晾晒区使用有害生物综合防治手段加以防控。
 - (g) 定期对晾晒过程进行监测。在预计晾晒完成前的两到三天开始从每批产品的不同点位取样，并坚持每日进行评估，直至达到所期望的水分含量。应在现场采用工具进行测量。
 - (h) 避免香辛料返潮，因为这会促进真菌快速生长，可能诱发黄曲霉和赭曲霉生成。
32. 为晾晒区工人提供明确、实用的培训，包括充分利用水分测量设备。
33. 对设备进行修理、清洁、保护，并将其存放在清洁的区域，直至下一季。每年应在采收开始前对水分测量设备进行一次交叉测试和校准。
34. 在日晒过程中，产品可铺在水泥台或砖砌台、防水帆布、塑料布、竹席和麻垫、铺有铁丝网或鱼网的台子等表面上（第 40 条和第 55.1 条也适用于农场）。
35. 干燥过程可分为三个阶段。每个阶段都可能为产生黄曲霉和赭曲霉的真菌生长提供各种机会：
- (a) 在第一阶段，水分含量出现小幅下降。高水分含量（ $aw > 0.95$ ）不利于产生黄曲霉和赭曲霉的真菌生长。但如果产品采收后在 $aw > 0.95$ 的条件下保存时间过长，其它微生物，如其它亲水真菌（酵母菌和霉菌）和细菌可能会导致产品腐败。

(b) 第二阶段的水分含量降低速度最快。这一阶段 (a_w 低于 0.95 但高于 0.80) 有利于产生黄曲霉和赭曲霉的真菌生长, 因此有必要依照第 28 条至第 33 条的建议采取预防措施。

(c) 从第三阶段开始, 水分含量 a_w 低于 0.80, 产品相比前两个阶段已经干燥很多。剩余水分含量会以稍慢的速度逐渐降低。该阶段各项条件不利于产生黄曲霉和赭曲霉的真菌生长。

36. 因此, 最关键的一点是控制好香辛料在有利于产生黄曲霉和赭曲霉的真菌生长的水分活度范围内 (a_w 0.8–0.95) 在晾晒区的停留时间。将在晾晒区的停留时间控制在 5 天以内就足以有效预防黄曲霉和赭曲霉的积聚。通常情况下, 水分活度 a_w 不高于 0.65 就足以保护香辛料不受真菌损害。

2.2.3 运输

37. 用于盛放从地里采收的产品并将其运送至干燥和储存场所的容器和运输工具 (如马车、客车) 在使用和再次使用前, 应确保清洁、干燥, 无作物残留物、老植株、尘土、昆虫和可见真菌生长。

38. 采收后的产品未在农场将水分含量降至安全水平之前不得直接储存, 而应运送至加工厂及时完成干燥处理。必要时, 建议卡车和容器均具有适当通风条件, 并在采取遮雨措施时最大限度降低冷凝效应 (如侧面开口)。

2.2.4 (来源植物) 储存

39. 新鲜的香辛料或来源植物应尽快加工。避免储存来源植物, 因为 (在袋子里或堆放) 储存时间无论多长, 都会增加霉菌生长的可能性。可能的情况下, 从采收当天开始晾晒。来源植物应盛放在多孔材料制成的袋子里, 如麻袋或塑料编织袋。避免用无孔塑料袋包装已干燥产品。

40. 麻袋应离地 (在运货板上) 存放, 与墙保持一定距离 (至少 30 厘米), 避免可能产生的冷凝物使产品受潮, 防止湿气透过墙体进入。内墙、地面、地面与墙体之间的结合处以及两墙之间的结合处都应使用光滑、防水、不吸水、可清洗、无毒材质。

41. 储存室中必须防控昆虫和啮齿动物活动, 并保持合适的湿度和温度。昆虫和啮齿动物会传播污染物, 使产品腐败。

42. 储存设施应为干燥、通风良好的结构, 可遮雨, 及时排出表面积水, 防止啮齿动物和鸟类进入, 温度波动极小。

43. 储存设施应使用 (不会给产品带来异味或造成污染的) 适当物质加以清洗和消毒。可按照规定剂量使用已注册的熏蒸剂或杀虫剂。

44. 将香辛料或来源植物保存在合适的温度下，如 5-8 摄氏度。冷库中必须注意防止制冷机上的冷凝物滴落到产品上。
45. 储存时应将相对湿度控制在合理范围，如低于 75%，确保来源植物的水分含量保持在较低水平。

2.3 工业加工条件

2.3.1 分类

46. 有必要在入仓时，将原材料相互分开，避免在清洁、清洗和加工环节出现交叉污染。
47. 原材料在进入加工流程前应接受检验和分类。检验过程包括肉眼检验，去除杂质，确保无霉味，并进行真菌毒素污染分析测试。
48. 必要时，采收后的产品应在干燥前经过分类，去除任何肉眼可见的有机残留物或已发霉产品，随后用达到饮用标准的水清洗。清洗前应经过筛选过程，去除任何有真菌感染症状的新鲜来源植物以及小范围受污染部位，因为它们可能会污染整批产品。这一流程可在农场进行。被剔除的材料应合理处理，避免对已经过清洁的材料造成再次污染。如无必要，则无需清洗，因为清洗可能会将局部性污染扩散至其它部分。

2.3.2 加工

49. 采收和晾晒之间的间隔时间应尽量控制在最短，包括从田间运送到采收后处理场所的过程。晾晒应在水泥表面上进行，最好在高于地面的台子上。可能的情况下，避免在塑料布或防水帆布上晾晒，因为湿气在晾晒过程中会一直与来源植物接触。万一使用塑料布或防水帆布，则应特别注意定期翻动香辛料，确保晾晒均匀。
50. 有必要通过充分晾晒，将香辛料的水分含量降至合理水平，抑制生物活性，便于储存。香辛料原材料可能需要在夜间用塑料布遮盖，防止接触露水。必须注意尽量减少湿气凝结。晾晒前、中、后出现霉菌生长可能会导致真菌毒素生成。晾晒前对原材料处理不当可能促成多种致病霉菌和有毒霉菌生长。将香辛料晾晒至水活度低于 0.65 就足以防止真菌毒素生成。水活度低于 0.65 时，霉菌几乎无法生长。
51. 晾晒区应高出地面，防止有害生物进入和水淹，建筑材料应易于清洁，且不会对所储存的香辛料造成污染。
52. 为此，可选用水泥铺面，并有小幅坡度，利于排水，四周还可能需要设置围栏，防止家畜、宠物、有害生物等在香辛料或来源植物晾晒过程中进入。
53. 必须在启用前对晾晒区进行清洁。

54. 来源植物的晾晒可采用机械方法（快速干燥）或自然方法（如在阳光下慢速晾晒多日）。两种方法都在《低水分含量食品卫生操作规范》（CAC/RCP 75-2015）附件 III “香料和干香草”中做了详细介绍。例如，建议在雨季对肉豆蔻等来源植物采用机械干燥法。

55. 干燥方法：

1. 日晒干燥法

- (a) 不要在地面上直接晾晒。可使用托盘、竹席或晒场，并确保其清洁度，因为之前留下的霉菌孢子可能会在晾晒过程中给产品造成再次污染。应向农民传授相关清洁技术。不得使用不卫生物质（如牛粪糊）修补竹席上的破洞。
- (b) 应确保备好备用防水帆布，突发降雨时用来覆盖来源植物（原材料）。使用防水帆布时，应注意防止冷凝物，如通过侧面留孔来增加通风。
- (c) 晾晒区应高出地面，防止水或有害生物进入。使用托盘日晒时，可将其置于架子上，与地面保持一定距离。这种做法有利于空气流通，加快干燥速度。
- (d) 晾晒区中应留有通道，防止在来源植物上踩行，因为这会损伤来源植物，导致霉菌生长。
- (e) 正在晾晒的香辛料层高不应超过 4 厘米厚，原材料必须定时翻动（每日 5-10 次），并防止雨水、夜露和其它水分来源对其产生影响。已晒干的原材料不应在储存或任何其它时候再次返潮。

2. 控制干燥法

- (a) 可采用控制干燥法来提高质量，减少真菌污染，降低真菌毒素生成风险。
- (b) 太阳能干燥法是其中一种方法，原材料被放在聚乙烯大棚中，通过空气流通控制温度。设计此类大棚时应注意避免冷凝物对产品造成影响。
- (c) 也可使用热空气干燥法，并应注意确保燃料所产生的烟气不会接触产品。最好采用热交换机，确保只有清洁的空气能够与产品接触。
- (d) 还可使用太阳能热交换机，利用太阳光产生热空气。
- (e) 建议最佳干燥温度为 50-60 摄氏度，并降低干燥室内的相对湿度，使香辛料的水分含量降至安全水平（多数情况下 12-14% 为安全水平）。

3. 烟熏干燥法

- (a) 参照《减少烟熏和直接干燥过程中食品受多环芳烃 (PAH) 污染的操作规范》(CAC/RCP 68-2009)。此类控制干燥法必须在干燥室中进行。干燥室大小不一,但结构非圆即方,高约 5 米。干燥室所用建筑材料为陶或砖。烟气由木头燃烧产生,必须控制好温度。
- (b) 此方法有利于慢速、温和地完成干燥,使果实的水分含量在 10-15 天内从 80% 降至 15% 以下。成品会带有烟熏口感和香味,且颜色十分稳定。

- 56. 在研磨来源植物前,可选择采用清洁步骤。
- 57. 消毒能有效减少香辛料中的霉菌数量。香辛料一旦完成干燥过程(加工的最后一步),就可以考虑采取减少霉菌的措施。一些国家/区域至少有一种获得批准用于减少香辛料中真菌生长的方法(辐照法)。使用辐照法时,应遵守《辐照食品通用标准》(CODEX STAN 106-1983)和《蛋和蛋制品卫生操作规范》(CAC/RCP 19-1976)。辐照法不能代替良好卫生规范、良好生产规范或良好农业规范。已证实这种方法能高效杀灭辣椒、芫荽、孜然、姜黄和西非胡椒中的真菌。此外,其它处理方法,如紫外线照射,也可用于减少或杀灭香辛料中的有毒真菌孢子。但这些方法都无法降低在生产链前期已经生成的真菌毒素水平。

2.3.3 干燥和清洁后储存

- 58. 对储存的香辛料而言,真菌的生长主要受储存库中温度和相对湿度以及香辛料水分含量的影响。储存时应确保使香辛料的水分活度 $a_w < 0.65$ 。
- 59. 大型仓库的温度可能对霉菌生长十分有利,尤其在房顶部位,因此应提供合适的通风,以确保对温度和湿度进行合理管理/控制。
- 60. 建议采用局部通风系统制造干冷气流,确保通风条件良好。建议将产品储存在清洁、干燥的场所,无尘土、杂物、昆虫、啮齿动物、其它动物和鸟类,并远离人员或设备出入过于频繁的区域。产品应储存在维护良好的仓库中,避免水通过敞开的窗户、下方的门缝或仓库外壁上的空洞进入。
- 61. 香辛料应与可能会影响水分含量的其它食品(如水果、蔬菜、鱼类)或非食品商品(如煤油、润滑油)分开存放,否则可能会影响水分含量,导致有毒真菌生长或改变香辛料的味道或颜色,使香辛料受到这些非食品产品的污染。
- 62. 还必须确保储存的产品不与地面接触,并与墙体保持一定距离,避免可能出现的冷凝物使产品受潮。此外,仓库应保证良好通风,防止冷凝物产生和霉菌生长。
- 63. 储存场所应尽可能防止啮齿动物或其它动物和鸟类进入,并与人员和设备出入过于频繁的区域隔离。

64. 应采取措施,将香辛料各生产环节受昆虫侵扰的几率降至最低,尤其是在储存环节。昆虫数量增多会促使香辛料的温度和水分含量升高,利于霉菌随后生长并产生真菌毒素。昆虫在香辛料中活动会促使霉菌和真菌毒素在产品中扩散。
65. 应证明用于预防真菌生长和真菌毒素生成的化合物的有效性。使用亚硫酸氢钠、臭氧或酸和碱等已获批准的化学品有可能抑制所储存香辛料中的真菌生长和真菌毒素生物合成。不建议使用氨等碱类,因为它会影响香辛料的香味。
66. 每季采用的储存流程都应做好记录,包括记录测量值(如温度、水分含量和湿度)和任何与推荐做法不同的措施或所做的调整。此类信息可能有助于了解特定年份导致真菌生长和真菌毒素生成的具体原因,有助于避免未来出现类似错误。

2.3.4 从储存场所运出

67. 应选择可靠的运输服务商,确保其遵守本操作规范和适当的运输条件。

2.3.4.1 防止水分积聚

68. 当产品入库或出库时,应确保不受雨淋。
69. 运输过程中,应注意避免水/水分重新进入产品,并避免有害生物或杂物进入。
70. 应定期检查产品,确保卡车遮盖完好,遮盖物无裂口,卡车底部无缺口,以防止道路上的积水进入卡车。将所有车门关闭,从车内检查是否有日光透过空洞。
71. 卡车必须清洁、干燥,无异味,防止之前运输过的货物对产品造成交叉污染。
72. 集装箱的运货板或木质底板应保持干燥。对运输时间较长的产品而言,应酌情对温度和湿度进行监测。如包装袋受潮,香辛料会快速吸收水分,使水分含量大幅上升。

2.3.4.2 运输过程中的卫生操作规范

73. 参照《低水分含量食品卫生操作规范》(CAC/RCP 75-2015)附件 III“香料和干香草”。
74. 袋子最好堆放在运货板上,避免与地面接触,因为顶部和墙体上的冷凝物可能会积聚在地面。可能的情况下,最好选用具有通风装置的集装箱运送袋装香辛料,尤其是从高湿度地区运出的产品。
75. 装有氯化钙的干燥剂盒能吸收相当于自身重量 100%的水分,可作为附加保护手段。
76. 必须注意避免损坏干燥剂袋,一旦出现撒漏,应立即予以清除。
77. 必须使袋子和集装箱或运输工具的顶部之间保持充足空间。建议使用鞍形堆放法,可最大限度减少侧面接触和增加袋子之间的空气流通。

2.3.5 包装

78. 由于干香辛料极易受潮，因此加工后必须立即使用可阻挡湿气的材料进行包装。可选用的防潮包装技术包括使用适当的包装材料进行真空或气调包装。
79. 合适的包装有助于防止昆虫与产品接触，从而抑制霉菌生长。包装完毕的产品应避免受潮。
80. 包装活动可在种植/采收区完成。此类包装应遵循与香辛料包装厂同样的卫生规范，或必要时做出相关调整，最大限度降低风险。为防止真菌孢子发芽和生长，产品在包装前必须将水分含量降至安全水平。
81. 在种植/采收区包装香辛料，准备运输、储存或后期出售时，应使用全新的包装袋，以防止潜在的微生物、物理和化学污染。
82. 容器应在临近使用前接受检查，确保符合生产商提出的卫生条件，必要时需进行清洁和/或消毒。如对容器进行清洗，必须在装货前充分排去积水并干燥。
83. 应定期将被废弃的植物材料移走，避免因为堆积招致有害生物。

2.3.6 产品信息和消费者认识

84. 生产商在标注保质日期和具体储存说明时应遵循《预包装食品标签通用标准》（CODEX STAN 1-1985）。确定保质日期前，应在充分考虑包装特征、检查可能导致霉菌生长的不利条件以及核实成品质量的基础上，就此开展适当的研究，确保在所标注的产品保质日期之前不会出现真菌毒素污染。
85. 应注意向消费者提供信息，帮助他们按照储存说明将产品保存在阴凉、通风处，远离烤箱等热源以及高湿度区域，避免将其储存在冰箱，以避免产生冷凝物，等等。此类面向消费者的储存建议可包括避免接触湿容器和木勺，用后立即关紧容器，避免不必要的囤货，检查保质日期等等。