

## 降低木薯和木薯产品中 氢氰酸（HCN）的操作规范

（CXC 73-2013）

### 简介

1. 氰化氢是一种挥发性化合物，在温度超过 28°C 时在空气中迅速蒸发，并迅速溶于水。它在运输、储存和分析样品的过程中很容易挥发。
2. 氰化氢是一种可从氰苷中释放的化合物，氰苷是以下一些植物的天然成分，如苦杏仁、高粱、木薯、利马豆、核果和竹笋。因此，减少和清除氰化氢（HCN）的措施应该集中在前体，即氰苷和氰醇。
3. 氰化氢可能对人类和动物有毒，其毒性的严重程度取决于食用的数量。
4. 木薯是一种含有氰苷的重要主食作物。木薯植物（包括根部）还含有亚麻酸酶，可以分解氰苷以释放氰醇，氰醇在低酸度下解离，产生氰化氢。氰苷的分解程度和氰化氢的最终释放取决于木薯组织中存在的亚麻酸酶数量；组织的破坏程度、产品的酸度和热处理是决定木薯产品中残留氰化物浓度的关键因素。显然，高浓度的氰苷可能会导致较高浓度的氰化氢。

### 范围

5. 本操作规范旨在为国家和地方当局、制造商和其他相关机构提供指导，说明如何生产残留氰化物达到安全浓度的木薯产品。

### 总述

6. 本规范概述了已被证明可以防止和/或减少木薯产品中氰化氢浓度的措施。在应用本规范进行木薯加工时，应从效益和可行性的角度选择方法。此外，应根据相关的国家和国际立法和标准来实施这些方法。
7. 人们认识到，合理应用《良好生产规范》（GMP）等技术措施，可以防止或大幅降低木薯产品中的氰化氢浓度。

### 减少氰化氢前体的措施

8. 木薯中潜在的氰化物含量随木薯品种、种植环境条件（如干旱）和收获时间而异。
9. 已经开发出氰化物含量低的品种，可能有助于减少木薯中的氰化氢含量。如果选用苦味木薯品种，收获后进行充分的处理就变得至关重要。
10. 采收应在适当的时候进行，因为研究表明晚收的木薯中氰化物会增加。

## 典型的生产过程

11. 如果加工得当，可以有效地将氰化物含量降到最低。在饥荒和社会压力时期或急于上市的情况下，有时会出现加工不充分或不完善的情况，并导致最终产品中的 HCN 残留量较高。
12. 木薯产品的生产工艺因预期产品而异。一些木薯产品的例子包括加里（gari）、富富（fufu）、木薯粉、木薯淀粉（tapioca）、木薯片等。图 1-8 说明了一些木薯产品的生产过程步骤。

## 加里的生产

13. 加里是一种颗粒状的发酵木薯食品；生产过程包括选择木薯块茎、去皮、洗涤、研磨、脱水和发酵、筛分、油炸、冷却/干燥、筛分和包装。该过程通常遵循以下步骤：
  - a. **挑选：**从收获的木薯中挑选出新鲜和健康的木薯块茎进行加工。
  - b. **去皮：**去皮是为了去除根部外部不可食用的部分；已知这些部分含有大部分氰苷。
  - c. **洗涤：**这样做是为了去除灰尘和其他污染物。建议在去皮之前也要洗涤，以减少微生物的数量。
  - d. **研磨木薯根：**研磨是通过手动将去皮和洗过的木薯根放在用钉子打孔的金属板上摩擦，或者通过机械方式用研磨器研磨。在研磨过程中，氰苷被亚麻酸酶水解。
  - e. **脱水和发酵：**
    - i. 在传统的发酵过程中，发酵和脱水是同时进行的，将磨碎的木薯装入麻袋中，然后在麻袋上放重物或使用液压机在压力下进行压制。
    - ii. 发酵是为了得到加里的味道。发酵时间可以在 12-24 小时之间，从而生产出味道平淡、淀粉含量高的加里；也可以在 48-164 小时之间，从而生产出味道酸、淀粉含量低的加里。
    - iii. 在发酵过程中，特别是在 12-24 小时内，氰苷分解的中间产品氰醇会迅速解离，产生挥发性且容易流失的氰化氢。然而，当发酵超过这个时间后，木薯泥就会变酸（这就是酸味的原因），酸度会延缓氰基氢化物的自发解离，并将其固定在食物中。在正常的储存条件下，这些氰基水合物会慢慢解离；与碱和/或热接触后，解离的速度会加快。
  - f. **筛分：**筛分是为了去除大块和纤维，同时获得均匀的产品，以便在焙烧过程中对个别颗粒进行更均匀的焙制。

- g. **烘烤**：应将过筛的发酵木薯粉放在平底锅上适当搅拌，直到干燥。在烘烤过程中可以加入棕榈油，尼日利亚的一些地区就是这样做的。烘烤会影响最终产品中残留的氰化物数量和产品的保质期/储存性。

### 富富和富富粉的生产

14. 富富和富富粉的生产包括：根部去皮、洗涤、切割、发酵、粉碎和筛分/捣碎、脱水和干燥。该过程遵循以下步骤。
- a. 选择新鲜的全块木薯根部
  - b. **去皮**：去皮是为了去除外部不可食用的部分，已知其含有大部分氰苷。
  - c. **洗涤**：将去皮的木薯根用水洗净。
  - d. **切割**：将洗净的木薯根切成小块。上述步骤将促进发酵过程。
  - e. **发酵**：发酵是在罐子或其他合适的发酵容器中进行的，为期 3-4 天。
  - f. **粉碎/捣碎**：发酵后的木薯块被粉碎并穿过筛子。当木薯根不够软而无法用手压碎时，就会被捣碎或使用研磨机，然后向木薯泥加水 and 过滤来去除纤维。
  - g. **脱水**：通过将木薯泥装入聚乙烯编织袋中，用重物或液压机挤压，将多余的水分从木薯泥中挤出，从而生产富富。
  - h. **干燥**：速溶富富粉是对脱水后的木薯泥进行晒干或用机械烘干机进行人工烘干而生产的。

### 干木薯片

15. 木薯片是从干净的、新鲜的木薯中提取的干燥颗粒。干木薯片的生产包括去皮、切片或削片和干燥。
- a. **去皮**：去皮是为了去除根部外部不可食用的部分；已知这些部分含有大部分的有毒氰苷。
  - b. **削片/切片**：削片的目的是为了最大限度地暴露木薯根部的表面，促进快速干燥。当去皮的木薯被切成厚度小于 10 毫米的薄片时，就速度和最终产品的质量而言，可以达到最佳干燥效果。
  - c. **干燥**：可在任何方便的平台利用阳光晒干木薯片，从而生产出干净的、白色的、没有外来物质的、可以长期安全储存的干木薯片。

## 其他木薯产品

16. 用作休闲食品的木薯片可以用挤压的木薯粉或干木薯片制成。
- 去皮：**去皮是为了去除根部外部不可食用的部分；已知这些部分含有大部分氰苷。
  - 切片：**切片的目的是为了最大限度地暴露木薯根部的表面，促进快速干燥。当去皮的木薯被切成小于 2 毫米的薄片时，就速度和最终产品的质量而言，可以达到最佳干燥效果。
  - 油炸，将食物加热到 180°C 以上：**表面变干，封住里面的水分含量。
17. 木薯淀粉是食品生产中最常用的淀粉之一，其功能是作为增稠剂、乳化剂或糖果成分。木薯淀粉的生产包括挑选、去皮、洗涤、研磨、淀粉分离和干燥。
- 挑选：**采收木薯根，然后挑选用于提取淀粉。
  - 去皮：**去皮是为了去除外部不可食用的部分，已知其含有大部分氰苷。
  - 洗涤：**将去皮的木薯根部用水洗净。
  - 研磨：**去皮和洗涤后，将根部磨碎以释放淀粉颗粒，然后加水提取淀粉。
  - 淀粉分离：**淀粉通过沉淀或离心的方式从木薯浆和水中分离。
  - 干燥：**在碾磨和筛分之前，淀粉被晒干或使用人工干燥器烘干。
18. 还有其他几种以木薯为原料的食品，如 **Lafun**，一种未发酵的木薯粉；**Attieke**，蒸熟的发酵木薯颗粒；**Chikwangué**，**Bila**，一种浸泡木薯的斐济食品；**Farinha**，一种巴西生产的烤木薯产品；**Bikedi**，一种传统的发酵木薯根食品；**Ntobambodi**，一种刚果人食用的半固体的发酵木薯叶汤；以及 **Bammy**，一种牙买加人食用的烤/炸木薯饼。它们的制备方法与上述工艺步骤相似，不过在某些情况下可能不同，例如浸泡、包裹块茎等。

## 基于良好农业实践的做法

19. 应仔细挑选和种植木薯品种
20. 应通过湿润等栽培方法避免或尽量减少种植期间的严重干旱条件，同时应避免导致高水分含量的条件。

## 基于良好生产工艺的推荐做法

21. 原料挑选

**木薯根挑选：**用于制作木薯产品的木薯根应在收获后尽快加工。

22. 应从收获的木薯中挑选出高质量的木薯，并尽量减少淤伤和机械损伤。应避免变质和木质化的木薯。

### 木薯产品的制备

23. 图 1-7 中给出了制备不同木薯产品的工艺流程图。然而，以下是产品流程图中每个单元操作的建议做法，没有任何特定顺序。
24. **去皮：**应该使用干净的不锈钢刀。确保完全去皮，包括外皮（不可食用的部分）；已知外皮含有浓度很高的氰苷，可能有毒。
25. **洗涤：**将去皮的木薯根在水中洗涤至少两次，以去除碎皮、沙子和其他污物。
26. **研磨：**应使用不锈钢设备正确研磨，使木薯组织破裂，以便快速分解氰苷。
27. **浸泡：**在削片操作之前或之后，通常在水中浸泡一至三（1-3）天，期间会出现一些发酵现象，使木薯片具有一些消费者喜欢的酸味。这也会促进氰化氢扩散出来，使产品对人类食用更安全。尼日利亚国家根茎作物研究所建议，对木薯片进行 15 分钟的浸泡和 2 分钟的焯水，可以将氢氰酸含量减至最低。
28. **发酵：**将木薯泥放入一个干净的麻袋中并扎紧，在发酵槽中放置 2-3 天。摆放麻袋时不能接触到沙子或污物，以免污染木薯泥。任由麻袋中的水自由渗出。发酵时间不应少于 2 天，以确保充分的氰化物去毒作用。建议不要对隔夜储藏而省略木薯泥发酵过程的木薯根进行加工，因为这种方法生产的加里总是含有高浓度的氰化物。
29. **压榨：**在发酵期结束时，压榨麻袋中的木薯泥，尽可能去除水分。当麻袋中不再滴水时，压榨工作即告完成。如果脱水不彻底，在烘烤过程中会出现结块，从而降低加里的质量和产量。
30. **泥饼分解/过筛或筛分：**用干净的手分解脱水/压榨过程中产生的木薯泥饼，然后用不生锈的筛子（最好用不锈钢材料制成）筛入干净的盆中。
31. **烘烤：**将一口大的浅口铸铁锅架在火上烘烤，同时用一块葫芦或木桨不停地搅动，直到产品（这里是指加里）变干。
32. **冷却：**将烤好的产品收集在一个干净的盆子里，然后摊在铺有干净聚乙烯材料或白布的高台上，冷却到室温。
33. **包装：**木薯加工产品的包装应采用清洁、防虫和防潮的材料，从而保证产品卫生，并保留其营养、物理和感官质量。包装材料不应该给木薯产品带来任何有毒物质或不良气味/味道。
34. **削片：**木薯的削片应薄至 10 毫米，以便有效、快速和充分地干燥。
35. **干燥：**应在动物和鸟类无法接触的卫生和无尘的环境中进行。

36. **储存:** 成品或干燥的中间产品应储存在阴凉、干燥、通风良好、无昆虫和啮齿动物的场所。
37. **烹调:** 只有已知氰化物低的木薯才能用于直接烹饪和食用，即甜型木薯，因为氰苷具有热稳定性。

#### 一般建议

38. 国家、州和地方政府以及非政府组织（非政府组织、商业协会和合作社）应参与促进有效的木薯种植，引进低氰化物、高产和适应性强的木薯品种和加工方法，以确保最大限度减少木薯食品中残留的氰化物。
39. 宣传引入其他主食、蔬菜、豆类和水果可减少每日氰化物摄入量，而扩大饮食范围也有助于降低氰苷的摄入量。
40. 应向非工业化、小规模の木薯和木薯产品生产厂家提供有关基于良好生产规范的具体建议信息的材料，以及减少木薯产品中残留氰化物的方法指南。
41. 食品安全局和公共卫生监测机构可以考虑引入科学试剂盒，如皮氏试剂盒，以便在木薯消费地点监测木薯产品的氰化物浓度和人类尿液中的硫氰酸盐浓度。



图 1：加里生产流程图

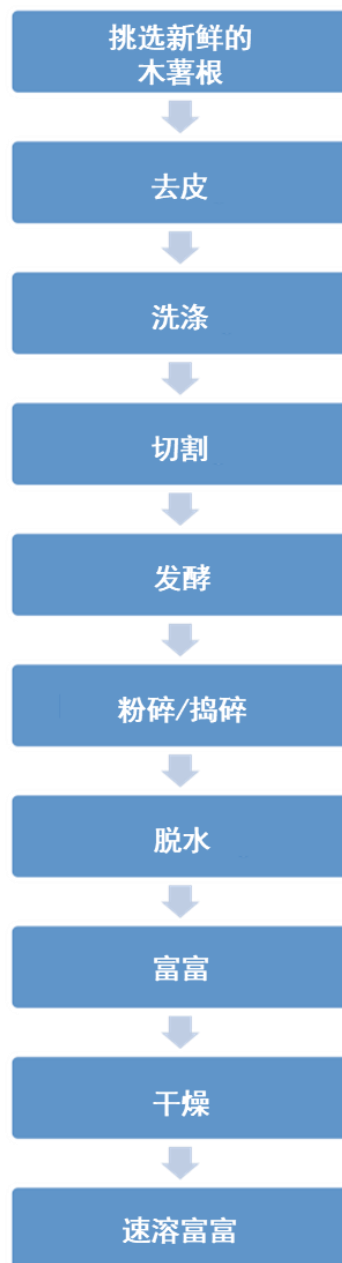


图 2：富富/速溶富富生产流程图



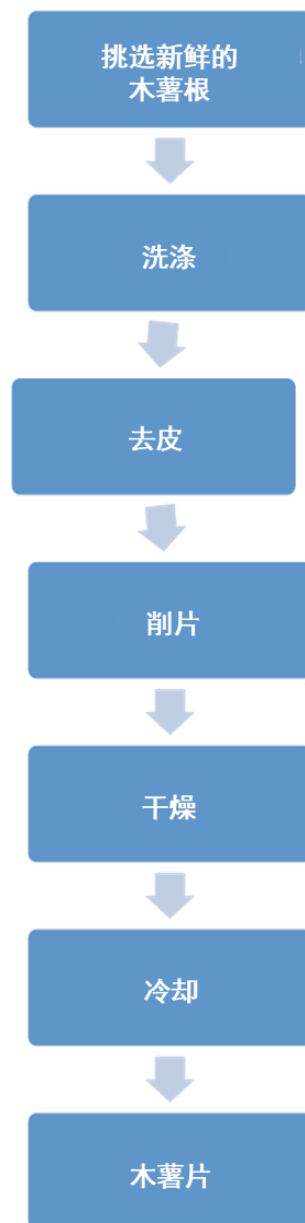


图 3：木薯片生产流程图

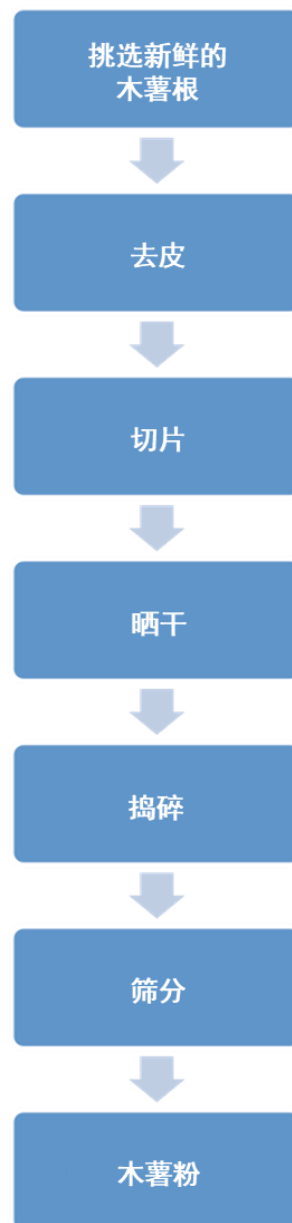


图 4：未发酵木薯粉生产流程图



图 5：木薯饭生产流程图

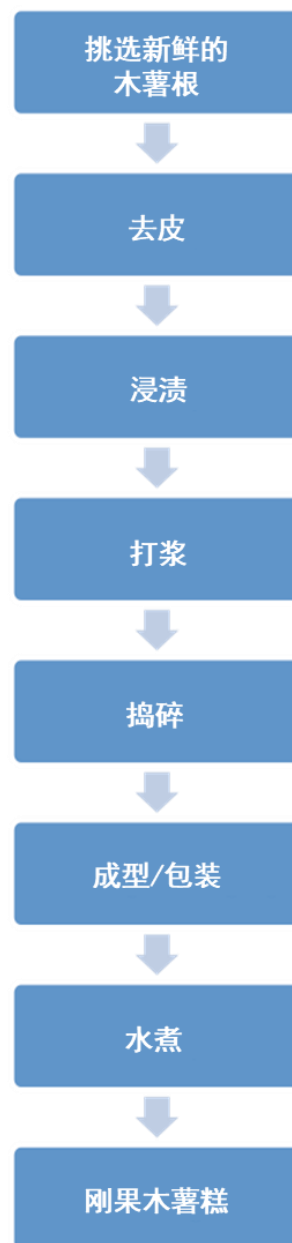


图 6：刚果木薯糕生产流程图



图 7：木薯淀粉的制备流程图

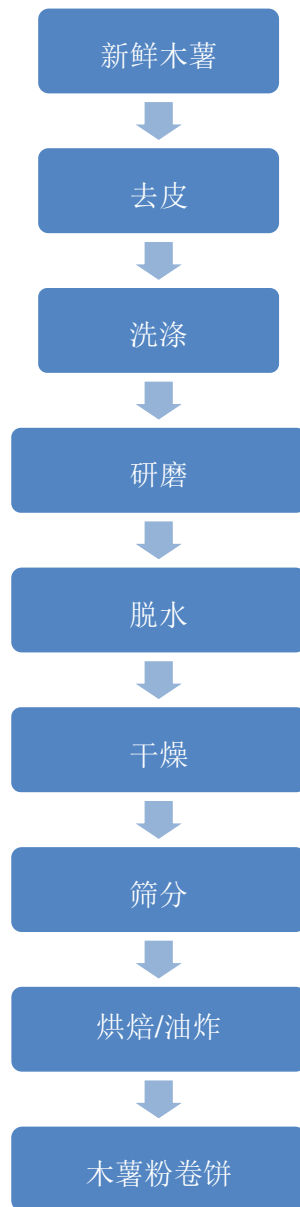


图 8：木薯粉卷饼制备流程图