

农业科学技术丛书



红苕高温窖藏

四川人民出版社

农业科学技术丛书

红苕高温窖藏

《红苕高温窖藏》编写组

四川  出版社

一九七九年·成都

红苕高温窖藏

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 温江地区印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张2 字数35千
1977年6月第一版 1979年9月第二版
1979年9月第二次印刷 印数:74,001—104,000册

书号: 16118·29 定价: 0.15元

再 版 前 言

《红苕高温窖藏》是一九七七年由四川省科学技术委员会、四川省农业局、四川省粮食局、重庆师范专科学校、绵阳地区粮食局、资阳县粮食局、简阳县石板区粮站等单位共同编写的。出版以来，受到农村广大干部、群众的欢迎。

几年来，我省红苕高温窖发展很快。一九七四年仅仅有六个试点窖，一九七八年发展到三十万个，贮存鲜苕五十多亿斤，大多数红苕主产县都有了一定数量的高温窖，渠县、隆昌等县的产苕队，已队队建窖。许多生产队除用高温窖贮存集体的种子和饲料苕外，还为社员保管了一部分口粮苕。通过几十万个窖的反复实践，进一步证明高温窖藏是一项切实可行的先进贮苕技术，能够有效地解决红苕贮藏期腐烂这个“老大难”问题；同时，在建窖和管理技术方面，也积累了一些新的经验。

这次再版，受四川人民出版社的委托，我们组织了绵阳地区粮食局和隆昌、渠县、三台、简阳、璧山、南充、万县、江津、丰都等县粮食部门的同志，根据近几年积累的经验，并参考有关部门发表的资料，对原书进行了修订，以更好地适应红苕生产发展和推广高温窖工作的需要。

由于我们水平有限，书中可能有不少缺点和错误，请读者批评指正。

四川省粮食局

一九七九年七月

目 录

- 一、红苕腐烂的原因…………… (1)
- 二、高温处理的作用…………… (10)
- 三、高温窖的好处…………… (13)
- 四、高温窖的窖型和结构…………… (16)
- 五、适时收挖，好苕入窖，合理堆放…………… (31)
- 六、认真做好高温处理工作…………… (36)
- 七、加强管理，确保红苕安全贮藏…………… (43)
- 附录：一、红苕高温窖藏遇到的问题…………… (48)
二、防空洞式苕窖建窖和管理技术简介…………… (52)

一、红苕腐烂的原因

要贮藏好红苕，就要了解和掌握它在贮藏期的生理特性，弄清发生腐烂的原因，才能采取相应措施，将不利因素转化为有利因素，从而创造适应红苕贮藏生理的环境，防止腐烂，达到安全贮藏的目的。

（一）红苕在贮藏期的生理特性

1. 苕块是具有生命的有机体，由许多细胞组成，在收挖入窖后仍不断进行着生理活动。生理活动既影响环境条件（如温度、湿度、氧气含量），又受到环境条件的影响。

呼吸作用是苕块在贮藏期最重要的生理活动。呼吸的活动过程，就是吸收氧气，消耗细胞内养料（糖分），放出二氧化碳、水和热（称为呼吸热）的过程。这就是说，窖贮的苕块时刻都在消耗自身的养料，重量逐步减轻，细胞逐步衰弱，生活力、抗病力逐步降低；呼吸作用愈强，养料消耗愈多，细胞就愈衰弱，生活力、抗病力也愈低，就愈易发病腐烂。苕块强烈呼吸所放出的大量水汽和热，以及大量吸收氧气，放出二氧化碳，会增高环境中的温、湿度和改变氧的

含量，进一步影响苕块的生理变化。受冻、伤、病苕都比健苕的呼吸强度高（见表1）；温度在一定范围内，呼吸强度与温度成正比，且10℃以上时，每增高10℃，呼吸强度也增加一倍以上（见表2、3）。

表1 不同情况苕块呼吸强度表

品 种	苕 块 特 点	温 度 °C	湿 度 %	呼吸强度：每天每斤鲜苕放出二氧化碳毫克数
春苕 100号	新 收 挖 的	12—13	95—100	251.0
”	贮 藏 50 天	”	”	197.8
”	切 成 两 半	”	”	383.6
”	轻 微 软 腐 病	”	”	304.9
”	有 黑 斑 病	”	”	422.4
”	在 15°C 保 管 120 天	”	”	48.8
”	贮 藏 100 天	”	”	57.1
夏苕 100号	贮 藏 50 天	”	”	201.9
”	贮 藏 100 天	”	”	94.8
春苕 华北 166	贮 藏 50 天	”	”	187.3
	镉 伤 苕			383.6
	健 康 苕			176.0
	-1→+5°C 处 理 一 夜			414.4

（原北京农大及河北省农作物研究所材料）

表 2

品 种	温 度 (°C)	0	5	7	8	9	13	15	18	20
春苕百号	呼吸强度, 每天每斤鲜苕放出二氧化碳的毫克数	28.6	64.25	93.0	159.8	190.35	197.8	203.3	228.9	375.3

(原北京农大材料)

表 3

品种	温 度 (°C)	10	20	30	40
70早	呼吸强度 (每天每斤鲜苕放出二氧化碳的毫克数)	240.0	566.4	980.4	2030.4

(原重庆师专生物系材料)

受伤的苕块, 在适当的温、湿度和氧气条件下, 本身能形成愈伤组织(伤口结疤)。根据实验最适合愈伤的温度为 32°C, 高于 40°C 或低于 12.5°C, 愈伤组织都不能形成; 相对湿度以 90% 左右为宜; 在温度为 25°C、相对湿度为 85~95% 时, 通风良好, 窖藏苕块的伤口, 三天就可出现“干疤”; 通风较差的, 则要八天。

苕块在贮藏期间, 在适当的温、湿度和氧气条件下, 就会发芽。发芽要消耗大量养料, 使品质和耐贮性下降。

2. 红苕原产于热带、亚热带地区, 是一个喜温怕冷的作物, 它在贮藏期间不耐低温, 怕冷冻。除低温冷冻外, 高温、高湿、缺氧, 也都影响它的正常生理活动。

3. 苕块组织嫩脆, 皮不坚韧, 在收挖、运输和贮藏过程

中易受损伤。苕块受了伤，不仅呼吸作用转强，养料消耗增大，生活力下降；同时，如伤口不能迅速愈合，就成为病菌入侵的主要途径和生长的好场所；加之苕块水分高（一般含65~75%）、含糖多，又为病菌的迅速繁殖，提供了良好的营养条件。

（二）引起红苕腐烂的原因

由于苕块在贮藏期间，具有前节所述的一些生理特性，所以在不良的窖藏环境中，易于发生生理和病理的腐烂。引起腐烂的原因，有以下几方面：

1. 温度：苕块在10℃以下一周左右，会造成冷害。当温度降到零下1.3~2℃以下，细胞受冻结冰，组织破坏，造成冻害。苕块遭受冷害或冻害后，正常的生理活动遭到破坏，呼吸作用加剧，二氧化碳大量积累，细胞透气性改变，贮藏物减少，淀粉水解为糖，抗病力和耐贮性显著下降，软腐病菌、青霉和毛霉等低温病菌容易入侵繁殖。受冷后的苕块，表皮上出现凹陷斑块，断面变色，白色浆汁减少，并有明显的黑色小点（维管束变黑，常称“黑筋”），煮食时出现硬心情况（这是由于水溶性果胶变为不溶性的原果胶引起的）。

苕块在40℃以上时间稍长，或短期达到50~60℃左右，例如高温处理时苕堆靠火道太近，会出现高温热害，正常生理活动遭到破坏，细胞组织死亡，手捏时呈豆腐状，甚至烤烂

或流糖，造成腐烂。

高、低温危害引起腐烂的苕块，也能挤出汁水，但无色、无味，这是与软腐病危害的主要区别。

2. 病菌：黑斑病和软腐病是危害红苕的两大病害。苕块如遭致这些病菌入侵，就会造成局部甚至全部腐烂。

黑斑病：这是受黑斑病菌侵染而引起的病害。病菌从伤口或皮孔侵入苕体后，形成圆形病斑，使病苕皮下组织呈暗绿色或黑褐色。当温度为 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度90%以上时，只需五至八天，病菌即可繁殖到使苕块发病。 $23\sim 27^{\circ}\text{C}$ 是这种病菌繁殖的最适宜温度，病斑迅速扩大蔓延，有的几个病斑重叠，形成不规则的大病斑。病斑中央，密生许多象胡子桩桩似的黑色短刺毛。发病严重时，可使整窖或整堆苕块全部腐烂。这种烂苕，味道苦，而且有毒。

温度超过 35°C 时，黑斑病菌就受到抑制。

软腐病：这是一种寄生兼腐生的黑根霉引起的病害。病菌易从伤口和冻坏处侵入，受冻的苕块常易染此病。这种病菌发病的最适温度为 $15\sim 23^{\circ}\text{C}$ ，最低 $3\sim 7^{\circ}\text{C}$ ，最高 $29\sim 34^{\circ}\text{C}$ 。软腐病烂苕的特征是“烂如泥”，苕皮呈褐色，易破裂，手挤压时，有褐色或黄色并带酒糟味的浆汁流出。若不弄破苕皮，在干燥环境中，苕块会因水分逐渐消失而皱缩变干；在潮湿环境中，苕块上白霉丛生。由于软腐病能在低温或苕块感染其它病菌后抵抗力降低等多种情况下发生，因此危害相当普遍、严重。

据原重庆师专生物系试验，将各种病菌注入苕块内，在40℃经24小时，43℃经12小时，48.8℃经3小时，病菌全部死亡。

3.湿度：苕块安全贮藏的水分以70%左右为宜，窖内相对湿度以90%左右较好，太高太低都会影响品质和耐贮性。

苕块入窖初期，相对湿度较高，虽有利于伤口愈合和保鲜，但相对湿度过大，病菌活动加剧，苕块的感病率增加，且苕块的呼吸强度也迅速增强。尤其是久雨后或冒雨挖的苕块，窖内相对湿度常接近饱和状态，使苕堆湿润发汗或窖顶结露并滴在苕堆上，促进了病菌的传播和繁殖。如果湿度过高并伴随高温，就容易因缺氧闷窖而大量烂苕。因此，在入窖初期和高温处理期间，做好排湿工作极为重要。

据原北京农业大学资料，苕块在温度10~16℃范围内，几种不同湿度的发病情况列于表4。

表4 不同环境条件苕块的发病情况

温 度 °C	10—11	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16
湿 度 %	90	90	78	95	96	100
发 病 率 %	9	12.6	7	13	44.5	56.3

苕块在贮藏期间，所含水分会逐渐蒸发散失，窖内相对湿度愈低，蒸发散失愈快。当窖内相对湿度较长期在80%以下时，会引起苕块过度失水，增大营养物质消耗，不仅鲜度

大大降低，还会造成萎蔫、糠心，甚至干烂。因此，贮藏期窖内相对湿度过低时，应采用向水槽内加水等办法，保持必要的湿度。高温处理后，窖内相对湿度常大幅度降低，尤应注意。

4. 窖内空气成份：正常空气中氧的含量为20.99%，二氧化碳为0.03%。大幅度降低氧的含量和增加二氧化碳含量，对苕块呼吸作用和代谢途径影响很大，情况轻的则降低伤口愈合速度；当接近无氧状态，正常的有氧呼吸不能进行，转向无氧呼吸为主时，苕体内部就会积累大量酒精和乙醛，苕块便会因“自体中毒”而腐烂，这就是缺氧“闷窖”事故发生的原因。缺氧“闷窖”烂苕的特征是苕块烂，有酒味。

苕块入窖初期，呼吸作用很强，如在入窖初期长期密闭，即可能造成“闷窖”烂苕。在高温处理中，温度比未加温的窖约高20℃，呼吸强度和耗氧量均可增加二倍以上，窖内氧气会大幅度下降，容易发生缺氧“闷窖”事故，特别是受过低温冷害、水淹或雨天挖的苕块，尤易发生。因此，在高温处理过程中，及时进窖检查，根据具体情况，适当充氧排湿，防止发生缺氧“闷窖”事故，十分重要。

从上述情况可以知道，引起苕块腐烂的几种原因，是相互联系、相互影响的，如受冷害后容易遭致软腐病菌入侵为害；在一定范围内，温度高，促使呼吸作用加强，又进而增高温、湿度，有利于病菌繁殖等等。它们之间相互作用时，会进一步加快苕块腐烂的过程。

在35~38°C下，连续两三天红苕伤口即愈合，病菌受抑制和被杀死。

16°~34°C，红苕都会发芽发病，不能安全贮藏。

11°~14°C为安全贮藏温度，在此温度下，红苕处于休眠状态，养料消耗最少，又不受病菌危害。

04°C以上红苕易受热害。

23°~27°C病菌繁殖最快，进行猖獗为害。

10°C以下，红苕受冷害，抗病力降低，软腐病菌等低温病菌最易侵入。

0°C以下红苕受冻害，零下1.3度，组织结冰破坏。

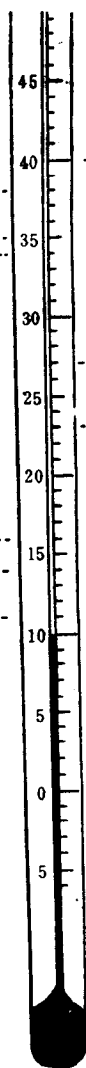


图1 红苕窖藏与温度的关系示意图

综上所述，要保证苕块安全贮藏，必须根据它在贮藏期的生理特性，以及引起腐烂的原因，抓好以下几个环节，即：适时收挖，好苕入窖；入窖后立即创造适当条件，促使伤口尽快愈合，抑制或杀灭病菌（高温处理就是达到这个目的的有效手段）；贮藏期中窖内稳定地保持 11~14℃ 的温度，90% 左右的相对湿度和适量氧气，使苕块处于微弱呼吸状态，减少养料消耗，经常具有正常生活力、抗病力，并能控制病菌繁殖蔓延。同时，还要加强管理，建立必要的制度。这样，才能达到安全贮藏的目的。

二、高温处理的作用

高温窖藏与其它窖藏方法的区别，主要是苕块入窖后，立即进行高温处理，再迅速降至安全温度，进行贮藏期的科学管理。处理的温度范围，是按“苕块能适应而病菌不能抗拒”的原则而定。其主要作用是：

1. 促进伤口愈合：引起苕块腐烂的病菌，绝大多数是从伤口侵入，因此，收挖后的苕块，尽快促进伤口愈合，是防止腐烂的重要措施。

苕皮起着保护苕块的作用，它能防止病菌侵入和减少苕块的水分散失，增强耐贮能力。苕块受伤后，在适合的温、湿度条件下，伤口表面能形成愈伤组织，结成“干疤”，也起着保护作用。

苕块在正常温度下，虽也能慢慢形成愈伤组织，但病菌繁殖速度往往超过它自然愈伤的速度，致使伤口尚未愈合，病菌即已侵入危害，发生腐烂。旧式窖往往发生这种情况，造成烂苕。

愈伤组织形成的快慢，除与苕块健康状态、受伤深浅有关外，窖藏初期的温、湿度和通气状况对愈伤速度影响极大。在一定范围内，温、湿度愈高，并且通气良好，形成愈

快；反之，则慢。高温处理，就是人为地创造了一个最适合愈伤的温、湿度条件，并适时换气，供给足够的氧气，促进伤口迅速愈合。

据原重庆师专生物系试验，高温愈伤后的苕块，接种软腐病菌，二十天也未感染发病；而轻度受伤未经高温处理的苕块，由于伤口未愈合，接种后很快发病。

2. 抑制或杀死病菌：温度超过35℃时，黑斑及软腐病菌就受到抑制，所以用35~38℃的温度处理苕块48~72小时，能有效地抑制或杀死两大病菌。

3. 排除多余的水分：经过高温处理后，排除了苕体多余的水分，并降低窖内相对湿度，能有效地控制病菌繁殖，有利于伤口愈合，防止苕块初期腐烂。尤其对雨后或冒雨挖的苕，更为重要。

据浙江省粮科所和余杭县粮食局试验：苕块经36~38℃高温处理并贮藏四个月，随意取上、中层300个逐个检查，高温对黑斑病的防治效果如表5、6。

表5 高温处理对抑制黑斑病的效果

窖 型	处 理	黑斑病发病率(%)	健 苕 率(%)
草 泥 仓	加 温	3.15	96.85
	未 加 温	67.4	32.60
土 圆 仓	加 温	3.3	96.7
	未 加 温	58.8	41.2

表 6 不同处理对苔苗发病的影响

窖 型	处 理	调查苗根数	健壮苗 (%)	发病苗 (%)
草 泥 仓	加 温	474	100	0
土 圆 仓	加 温	542	100	0
半地下窖	未 加 温	363	90.5	9.5

4. 产生抗病物质：据原重庆师专生物系试验测定，苔块经高温处理后，呼吸作用代谢途径发生改变，多酚氧化酶活性显著增强，有利于多酚类抗病物质的形成，从而增强了苔块的抗病能力。