

入200克面筋,其中2、4两组再加入赖氨酸(分别为9克和6.5克)和苏氨酸(分别为2.8克和0.3克),对照动物共3组,在每公斤基础饲料中分别加入酪蛋白50克、100克、200克。其中100克面筋组和50克酪蛋白组,作为蛋白质营养不良的两个组别,其饲料蛋白含量不能满足大鼠的生长需要。上述七组大鼠经21天喂养以后,分别称体重;经心脏穿刺采血测血胆固醇;立即处死摘出肝脏、肾上腺并称重(肾上腺相对重量增高是蛋白质营养不良的指之一);将肝脏作成切片,以 ^{14}C 标记的醋酸盐掺入肝切片法测定肝脏的脂质生成和胆固醇合成量;收集处死前48小时的全部粪便,分别测定其中的总脂、胆固醇和胆酸排泄量。

结果表明,饲喂小麦面筋的各组动物,血液胆固醇水平平均比相应的对照组明显降低,同时肝脏的脂质生成量和胆固醇合成量以及粪便中总脂、胆固醇、胆酸排泄量均比对照组增

加,说明实验动物体内胆固醇的代谢速度加快。而蛋白质营养不良的两组动物,其血胆固醇虽然也低,但体重仅是其它各组的1/2左右,肾上腺相对重量明显增大,肝脏胆固醇蓄积,因此其血胆固醇低的机理可能与肝脏转运胆固醇受损有关,而与上述胆固醇代谢速度加快的机理不同。小麦面筋中不论添加赖氨酸和苏氨酸与否,亦不论其添加量多少,其降血胆固醇和促进胆固醇代谢周转的作用均相似,说明这些作用是小麦面筋所特有而与其中所含蛋白质的质量无关。作者提出,考虑植物蛋白降低血胆固醇的作用机理,不应局限于蛋白质的氨基酸组成这一种可能性,而应该考虑与植物蛋白有关联的其它因素,例如纤维素等也可能有助于植物蛋白的降血胆固醇作用。

金园节译自 Brit J Nutr. 53:25~30,
1985 张徽行 校

CO_2 对豆芽产量及质量的作用

摘要

为了提高豆芽产量和改进其质量,已经作了往正在生长的大豆芽、绿豆芽中间歇式短时间通入二氧化碳气的试验。分别制备含600、800、1200ppm二氧化碳的三种混和气体。对豆芽二氧化碳气的处理方法是:从豆芽开始培养后的12小时,往豆芽培养床通入上述混和气体。每天通气60分钟,连续7天。二氧化碳气对豆芽产量和质量颇为有益。600和800ppm的二氧化碳气明显刺激豆芽胚轴往长往粗里生长。这样可提高豆芽产量并使豆芽变粗、有光泽、半透明又显质地饱满,从而提高了豆芽质量。

而且经上述处理,大大提高了豆芽中维生素C的含量。经此法处理的豆芽在市场上十分

畅销。多次实验证实:用600或800ppm二氧化碳气处理的豆芽,其最佳收获时间为开始培养后的第三天。这时候豆芽的长度和粗度达到了市售标准。其维生素C含量提高甚多,豆芽胚轴硬度和豆芽侧根也适度。与常规培养豆芽的方法相比较,此法比常规方法的培养时间缩短了3~4天。实验结果并没发现采用600ppm二氧化碳与采用800ppm二氧化碳气有何区别。所以确定600ppm二氧化碳气为处理豆芽的最适浓度。

采用常规方法培养豆芽,由于其培养时间长,造成二氧化碳气不适量的积聚,对豆芽生长和操作工人均不利。对此可采用此法使豆芽培养室空气流通,每天短时间适量通入二氧化碳气。

众所周知,种子发芽受其周围气体条件的

影响。一般来说，种子发芽受氧气压力的升高的刺激，并且受降低二氧化碳气的压力得到抑制。有些豆类加工厂采用打破豆类休眠状态的方法使豆芽在厌氧条件下发芽。由于豆类的营养成分不同以及它们的生理条件不同，所以其发芽的新陈代谢不同。在这方面，已就不同浓度的二氧化碳气和使用二氧化碳气的不同处理时间对各种豆芽生长的影响进行了研究。

试验结果证明：二氧化碳气处理不仅使豆芽长势良好，而且提高了豆芽中维生素C的含量。本研究报告将分题专门介绍研究成果。

材料与方法

所使用的豆类包括：大豆、绿豆和小豆。豆子在水中浸泡，水温 30°C ，浸泡5小时，使豆子饱和吸水。然后即平铺于豆子发芽培养床上进行培养。其间每隔4小时往豆子上喷洒 30°C 的水15分钟。

培养床示于图1。

用来处理豆芽的二氧化碳混和气体以未经除湿的空气为基础来制备。空气中二氧化碳浓度为 $320\sim 330\text{ppm}$ 。处理条件，诸如处理时间、二氧化碳浓度、流量等通过试验来确定。

二氧化碳浓度超过 1200ppm 时，有的豆芽胚轴变枯萎，有的胚轴腐烂甚至坏死了。若用 600ppm 的二氧化碳气每天对豆芽处理超过90分钟，则使其胚轴褐变，侧根见长，根变黑并使胚轴停止往长里长，最终坏死。

而且，每天处理次数多或二氧化碳流量超过每分钟 2L ，则使胚轴变成褐色、子叶分离。

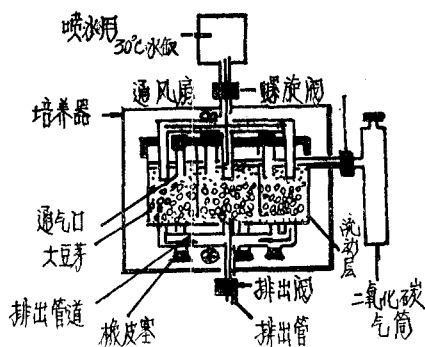


图1 间歇式通入二氧化碳气生豆芽的培养床

经过试验，最后采用 $600\sim 1200\text{ppm}$ 的二氧化碳每天对豆芽间歇式处理60分钟。豆子放进培养床12小时后(培养的第一天)即开始二氧化碳处理。每天处理一次，连续7天。注意给豆芽二氧化碳处理时勿与给豆芽喷水的处理同时进行。

转动螺旋阀，使排气阀在开始对豆芽二氧化碳气处理时暂时关闭10分钟。然后打开排气阀，使气体沿培养床通过50分钟。以自然空气通过豆芽培养床为对照样与经二氧化碳气处理的豆芽进行比较。每次试验以测200个豆芽为准。每次试验测各种平均值。弃去在试验过程中暴露在阳光下的豆芽样品。

结 论

胚轴的延长：

无论什么品种与对照样相对比，经 600 或 800ppm 的二氧化碳气体处理的豆芽，其胚轴变长了。用 1200ppm 的二氧化碳处理豆芽时，大部分豆芽褐变、腐烂或子叶脱落。这种情况发生在豆芽经 1200ppm 二氧化碳气处理后的第3~5天。这就无法测其平均数值了。为此，无须照此二氧化碳浓度给豆芽充气处理。经二氧化碳处理的豆芽，其胚轴受刺激长长主要表现在开始培养豆芽的前期(第1~3天)，而且这种长长的状况可持续到整个培养过程(图2)。市售几种豆芽的长度标准分别为：大豆芽 $10\sim 12$ 厘米、绿豆芽 $10\sim 12$ 厘米、小豆芽 $6\sim 8$ 厘米。采用常规方法豆芽达到上述长度标准，大

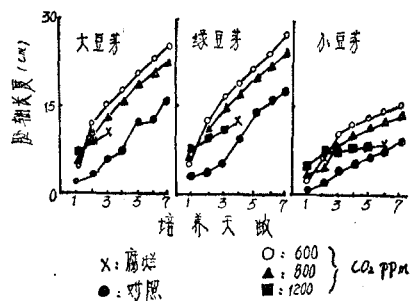


图2 二氧化碳处理对豆芽胚轴长度的影响。
从开始培养豆芽12小时后，每天通 CO_2 60分钟

豆和绿豆需4天，小豆需5天。而采用600或800ppm二氧化碳气处理，上述几种豆子达到市售豆芽长度标准仅需2~3天的培养即可。另外，用1200ppm二氧化碳气处理的绿豆和大豆豆芽比用800或600ppm二氧化碳气处理的绿豆和大豆豆芽一天后其芽要长一点。但二天后其芽萎缩，接着开始腐烂。用1200ppm二氧化碳气处理的小豆芽比上述两种豆芽腐烂的稍慢一点。在整个培养过程中，充入二氧化碳气(600或800ppm)的绿豆芽和大豆芽的生长长度呈上升直线增长，而小豆芽的生长长度后半期较慢了。整个培养过程中，通入600ppm比通入800ppm的二氧化碳气使各种豆芽长长的速度更快一点。由此可证明通入600ppm的二氧化碳最能有效促使豆芽长长。无论采用通入600ppm或800ppm二氧化碳气的方法，都没有发现采用常规方法那样在培养终结时发生豆芽胚轴萎缩的情况。因此可见可以大大缩短通入二氧化碳气豆芽的培养时间。

考虑到其他因素，试验证实通入二氧化碳气的豆芽其培养时间可缩短到3~4天。通入600ppm二氧化碳气培养的豆芽与采用常规方法培养的豆芽都在培养三天后对比豆芽胚轴长度。采用通入600ppm二氧化碳气体培养的大豆芽、绿豆芽和小豆芽的胚轴长度分别比常规方法培养的豆芽的胚轴长度增长162.9%、217.3%和130.2%。

胚轴的变粗情况：

通入600或800ppm二氧化碳气培养的豆芽使其胚轴明显变粗了(图3)。通入800ppm比通入600ppm二氧化碳气培养的豆芽其胚轴稍粗一点，尽管这一点不易用人的肉眼观察出来。若通入1200ppm二氧化碳气，豆芽培养一天后，其胚轴几乎未变粗，胚轴顶部变弯曲，有的地方枯萎、变软甚至腐烂了。通入600或800ppm二氧化碳气的绿豆芽，培养至第5天其豆芽变粗，而大豆芽、小豆芽稍细一点。通入600ppm二氧化碳气的豆芽经过3天培养其胚轴粗度相当于5天的培养效果。大豆芽、绿豆芽和小豆芽其胚轴分别比常规培养的粗28.5%、

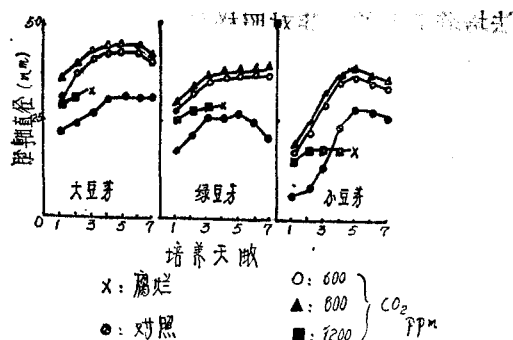


图3 CO₂处理对豆芽变粗的影响

29.5%和3.40%。与常规培养方法(7天)相比，通入二氧化碳的豆芽其胚轴变粗速度快多了。要达到豆芽市售标准的话(胚轴直径3.0~3.3mm)，通入600ppm二氧化碳气进行培养，大豆芽培养仅需一天，绿豆芽2天，小豆芽3天。但是考虑进其他要求，例如豆芽长度、硬度和重量等，为全面达到豆芽质量，上述培养时间似乎不足了。超过市售质量标准的豆芽在吃起来时并无异样之感。

侧根生长情况：

如图4所示，经二氧化碳气处理的豆芽其侧根明显长长。用800ppm二氧化碳气处理的豆芽其侧根长得最长，600ppm次之。

经600ppm二氧化碳气处理的豆芽与常规方法培养的豆芽培养3天后进行对比。前者其侧根增长了。大豆芽增长165.3%、绿豆芽增长155.5%、小豆芽增长286.9%。但是用经600ppm二氧化碳气处理培养3天的豆芽与常规方

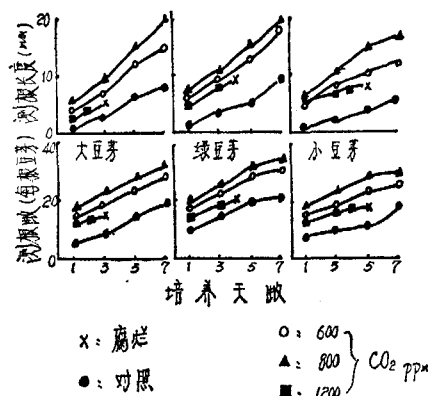


图4 CO₂处理对豆芽侧根长度及侧根数的影响

法培养7天的豆芽对对照样相对比, 前者的侧根比后者的侧根要短, 即大豆芽侧根短12.6%、绿豆芽短8.1%。由此证明: 培养时间与侧根长短有关。同时说明在实际生产过程中, 豆芽经二氧化碳气处理可控制其侧根的生长。由于豆芽侧根多了或长了则使豆芽不好吃, 为此宜缩短豆芽培养时间。经600ppm 二氧化碳处理的豆芽培养三天就上市销售。此时豆芽质量最好, 吃起来最好吃, 咀嚼起来无纤维之感。

胚轴硬度:

用600或800ppm 二氧化碳气处理的豆芽其胚轴硬度明显提高了(图5)。以用800ppm 二氧化碳气处理的豆芽其胚轴硬度最高, 600ppm 二氧化碳气处理的稍稍次之。600ppm 二氧化碳处理的豆芽培养3天, 当胚轴长度、粗度明显之后与按常规方法培养7天(可常规收获的时间)的豆芽的胚轴硬度相对比。则发现经600ppm 二氧化碳气处理并经3天培养的豆芽其胚轴硬度比按常规方法培养的豆芽胚轴硬度提高了。大豆芽提高25.4%、绿豆芽提高19.2%、小豆芽提高5.6%。

市售大豆芽和绿豆芽、小豆芽胚轴硬度标

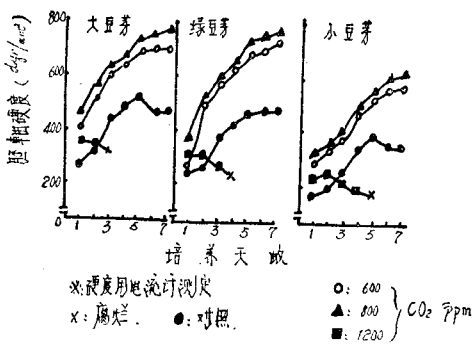


图5 CO₂处理对豆芽胚轴硬度的影响

准分别为550~600dyn/mm²、450~500dyn/mm²和450~500dyn/mm²。(dyn—达因, 为力学单位)。而按常规培养方法培养的大豆芽、绿豆芽需4天, 小豆芽需5天其胚轴硬度才能达到上述标准。胚轴的硬度超过市售标准并不会降低人们吃起来口感的质量。即使豆芽胚轴达到下述硬度——大豆芽胚轴670dyn/mm²、绿豆芽和小豆芽胚轴620dyn/mm², 也不会使人吃起来有任何不好的感觉。经1200ppm 二氧化碳气处理的豆芽其胚轴硬度无法测定, 因为豆芽由于枯萎而变软了。

胚轴的色泽:

表1: 二氧化碳处理对豆芽的胚轴表面色泽的影响

培 养 天 数		1				3				5			
豆 芽	CO ₂ Hu	L	a	b	Lb/ a	L	a	b	Lb/ a	L	a	b	Lb/ a
大豆芽	对 照	11.3	-2.1	1.7	9.6	14.2	-2.1	2.2	14.8	16.5	-1.9	2.4	20.7
	600ppm	11.0	-2.5	1.4	6.1	13.9	-2.1	2.1	13.9	16.4	-1.9	2.3	19.8
	800ppm	10.9	-2.6	1.4	5.8	13.4	-2.2	2.0	12.1	16.1	-1.9	2.3	19.4
	1200ppm	11.3	-2.5	1.6	7.2	—	—	—	—	—	—	—	—
绿豆芽	对 照	12.2	-2.6	1.8	8.4	16.2	-2.1	2.3	17.7	18.3	-1.8	2.9	29.4
	600ppm	12.2	-2.6	1.9	8.0	16.0	-2.1	2.3	17.5	18.1	-1.9	2.7	25.7
	800ppm	12.0	-2.6	1.8	8.3	15.9	-2.3	2.3	15.9	18.0	-2.0	2.6	23.4
	1200ppm	12.2	-2.5	1.9	9.1	16.2	-2.3	2.7	19.0	—	—	—	—
小豆芽	对 照	13.3	-2.6	2.0	10.2	17.3	-2.1	2.5	20.5	19.1	-1.7	2.8	31.4
	600ppm	13.3	-2.5	1.8	9.5	17.2	-2.1	2.4	19.6	19.2	-1.8	2.7	28.8
	800ppm	13.1	-2.5	1.8	9.4	17.1	-2.2	2.3	17.8	19.0	-1.9	2.6	26.0
	1200ppm	13.2	-2.5	1.9	10.0	17.2	-2.0	2.4	20.6	—	—	—	—

Hu, HunterL, a和b值

如表1所示, 用Hunter方法测定豆芽在培养过程中其胚轴的色泽变化, 其中Lb/|a|数值

的增加表明豆芽胚轴色泽从乳白色变成黄色。由于培养7天的豆芽胚轴色泽几乎与其培养5

天的色泽几乎一样,为此将7天的测定值省略不计。一般来说,随着培养时间的延长,豆芽胚轴的Lb/|a|值增加。经600ppm或800ppm二氧化碳处理的豆芽其胚轴色泽的Lb/|a|值要比按常规方法培养的对照样的Lb/|a|值低。用600ppm二氧化碳气培养3天的豆芽与按常规方法培养5天的豆芽相比。前者胚轴色泽的Lb/|a|值比后者的Lb/|a|值低得多。大豆芽胚轴色泽Lb/|a|值低48.9%、绿豆芽低66.1%、小豆芽低53.1%。从而说明豆芽经600ppm二氧化碳气处理有效地控制了豆芽胚轴的黄变。而且经600ppm或800ppm二氧化碳气处理的豆芽其侧根黄变也得到控制。经二氧化碳气处理的豆芽其半透明的外观很好。

胚轴重量:

经二氧化碳气处理的豆芽其胚轴重量增加了(见图6)。经600ppm二氧化碳气处理的绿豆芽其增重最多。经1200ppm二氧化碳气处理的豆芽,其增重只表现在培养初期,而在培养中后期则不增重。用600ppm二氧化碳气处理的豆芽培养三天收获上市最好。用600ppm二氧化碳气处理的豆芽和按常规方法培养的豆芽都是培养3天,然后对比其胚轴增重情况。前者比后者明显增重。大豆芽胚轴增重125.1%、绿豆芽胚轴增重196.2%、小豆芽胚轴增重211.7%。可见二氧化碳气大大促进了豆芽增长速度。

维生素C(L-抗坏血酸)含量:

如图7所示,经二氧化碳处理的豆芽其维生素C含量明显增加了。用经二氧化碳气处理

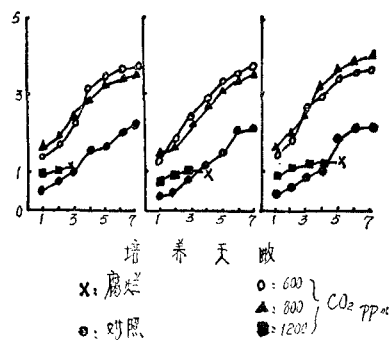


图6 CO₂处理对500克豆种生出的豆芽重量的影响

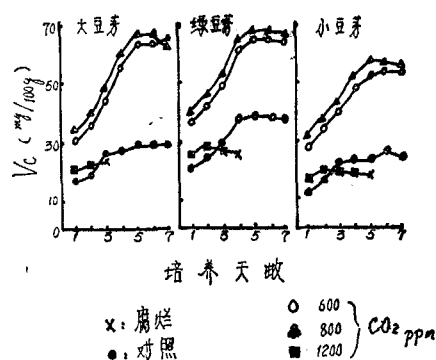


图7 CO₂处理对整个豆芽中Vc含量的影响

的豆芽与常规方法培养的豆芽相对比,前者在培养的第5天以前其维生素C含量呈增加趋势,第5天后开始减少。与常规方法培养7天的豆芽(常规方法7天收获上市)相比较,用600ppm二氧化碳气处理培养3天的豆芽其维生素含量明显增加了。大豆芽中维生素C增加53.7%、绿豆芽中增加30.3%、小豆芽增加59.4%。由此证明:豆芽培养过程中经二氧化碳处理则提高了豆芽的营养质量。

生产中豆芽培养箱、豆芽生长与二氧化碳气浓度的关系:

在工厂中进行实际生产对比,其结果与实验室结果对照。工厂中的豆芽培养箱如图8所示,培养箱分三层培养床,每层前方有一木头门。豆芽在30°C条件下生长,每10~12小时喷洒28~30°C的温水,喷洒60分钟。

大豆芽培养一天后,往培养箱内充入二氧化碳气,使底层、中层和上层培养床的二氧

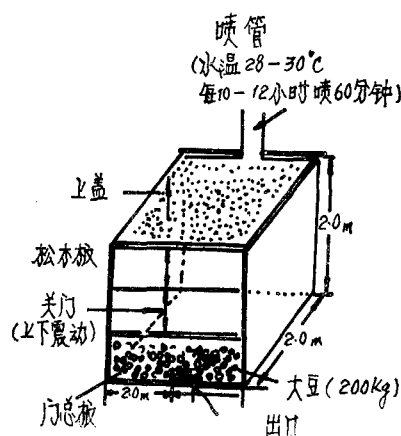


图8 用松木板制的培养箱来发豆芽

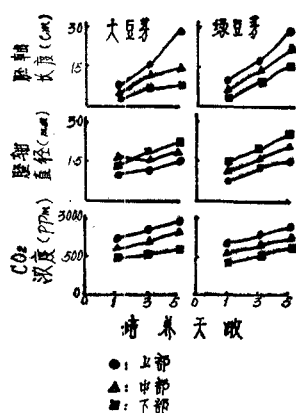


图9 胚轴生长情况、培养箱中CO₂浓度
培养箱的部分

化碳气分别达到500、630、720ppm。到第5天时二氧化碳气分别达到570ppm(底层)~900ppm(上层)。随培养时间的推移,培养床中二氧化碳气体浓度不断增加(见图9)。

培养床的高度与豆芽的生长状况甚为有关。上层培养床使大豆芽长得最快,其培养3天的长势与图2所示本研究中通入600ppm二氧化碳的豆芽长势相似,而前者培养到第5天其长势快于图2所示通入600ppm二氧化碳气的豆芽长势。中层培养床的豆芽培养3天后与培养5天后与图2所示对照样相对比,培养3天的与对照样基本相同,培养5天的则稍慢于对照样。下层床的豆芽长势更慢了。而下层床的豆芽胚轴最粗,上层床的豆芽胚轴最细,中层床的豆芽胚轴则不细不粗。各种豆芽比未经处理的豆芽要细,而且比用600~800ppm二氧化碳气处理的豆芽细得多(见图3)。

由于在上层培养床长的大豆芽太快又细,为此一般培养3~4天即当次等豆芽上市。中层和底层培养床的豆芽培养5~7天或7~10天,但也长得细,而且不能再长粗了。绿豆芽的培养结果也类似。

较长时间用二氧化碳处理的豆芽长势:

如前所述,豆芽用二氧化碳气每天处理60分钟。大豆芽和绿豆芽用二氧化碳气处理的时间长些(3~5小时),示于图10。

在这种情况下,在培养的前3天大豆芽和绿豆芽全长得快了,但3天后全几乎不长了,

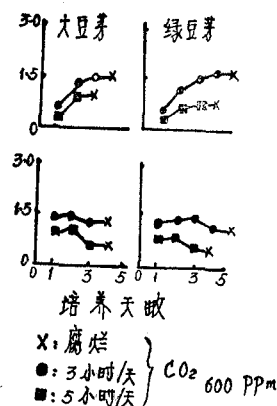


图10 经CO₂每天处理3小时或5小时后豆芽生长情况

而且开始变黑、弯曲、变软之后多数腐烂了。豆芽胚轴也不粗。可见豆芽生长期用二氧化碳3~5小时地长时间处理严重地抑制了豆芽的生长。

讨 论

间歇式短时间用二氧化碳气处理豆芽对豆芽的生长及其质量甚有影响。用600或800ppm二氧化碳将豆芽每天处理60分钟则显著刺激豆芽胚轴的生长。用此法一般豆芽经2~3天的培养,其胚轴长度即可达到市售标准。用600或800ppm二氧化碳气处理的豆芽其胚轴变粗,为此可称“粗豆芽”。而且其胚轴较硬。用二氧化碳处理的豆芽其培养时间明显缩短了,一般培养3天即可上市。这种豆芽也很可口,吃起来无纤维之感。

用600或800ppm二氧化碳气处理的豆芽其维生素C含量高并提高了胚轴质量。

综上所述,在豆芽培养过程中适量地通入二氧化碳气确实有效地促进了豆芽的产量、质量,因此这是一个培养豆芽的有效新方法。虽然豆芽产、质量与豆子品种有关,但是很多次试验证实二氧化碳浓度为600ppm最合适。这个浓度标准的二氧化碳气明显地促进了豆芽往长、往粗里长,而且使豆芽胚轴的重量和维生素C含量都增加了。采用这种方法比常规方法生豆芽的时间缩短了3天。现在已有不少关于高浓度二氧化碳气的应用报导,如冷气贮存和聚乙烯包装时充入二氧化碳气来控制植物新陈

代谢活动。现在也有用 600~1500ppm 二氧化碳气处理植物种子以防发芽和长根的报导。但是,这主要与光合作用有关,所以其作用机理与本研究试验根本不同。迄今也有极少数报告介绍在暗处为豆芽充入二氧化碳气促进其生长。为此本试验研究关于二氧化碳气的作用机理愈发引起人们的兴趣。

工厂化用培养箱培养豆芽所用二氧化碳的浓度为 500~900ppm,培养 1~5 天,而且上层培养床的二氧化碳浓度要大些。但是人们尚不知道为什么上层培养床要用浓度大的二氧化碳气,但是培养箱底部水浴时可能二氧化碳气渗漏或被排除了一部分。由于培养的方法不同以及培养箱是木制的、不密封,箱与箱之间差

异大,所以二氧化碳气浓度不一致。在往培养箱里喷水时,二氧化碳气浓度要大一些。据对工厂调查,二氧化碳气的平均浓度以 600~800 ppm 为宜。这与我们的实验报告结果相一致。

本试验结果证明:间歇式短时间通入二氧化碳气可有效地促进豆芽的生长。这一点在工厂化生产中也是可行的。同时采用此方法可防止由于常规方法培养豆芽时间过长造成不合需要的二氧化碳气的过量积聚。按照本研究方法,最好在培养时往培养箱不间断充气而且往空气中混入二氧化碳气。通气为每天 60 分钟。

任广鸣译自英文版

日本食品工业学会志第 32 卷

1985 年 3 月号 159~169 页

微波炉在食品中的应用研究

上海市食品工业研究所 金 涛 谭秀华

前言

微波炉问世数十年,但作为家用电器象电视机那样普及除少数几个工业化发达的国家外还是近十几年的事。国际市场需求的家用电器中,微波炉名列前茅。

在中国,普及家用电器不过十年,但速度相当快,尤其是电冰箱产量的增长以倍计算。根据国外发展家用电器的经验,电冰箱要微波炉配套使用经济效益最好。既能充分利用电冰箱保藏的优势,又能显示微波炉加热解冻迅速的特点。

微波炉是利用磁控管(magnetron vacuum tube)将电能转换成超高频电磁波,而使被作用的物品分子以同样的频率(确切地说应是趋向于同频率)振动、摩擦、碰撞和挤压,被作用物质的分子从相对静态瞬时转变成动态。这种瞬时变态是从被作用物质的内部进行,然后向外作用。从内到外,作用速度呈梯度形式变化。

一、油脂

油脂在光、氧和热的作用下易氧化哈败、变稠。近来有不少报导关于金属离子对油脂有加速氧化的作用。

微波炉烹调菜肴,油是不可少的,为此我们首先探索油脂在微波炉中受热的变化,并与煤气灶上受热的油脂进行比较。

为了使对比更接近于实际,让微波炉在最大功位时作用油脂。同样,使煤气灶的作用达到最大限度。

1 油脂的升温曲线

取样:取精炼植物油各 200ml,分别倒入烧杯和马口铁罐中,样品的温度为 20°C。

测定:将烧杯和铁罐边缘残积油拭干,分别放进微波炉和煤气灶上,以最大的功率和火头加热升温,每隔一分钟记录一次温度的变化。记录温度变化作用的仪器为 DM-801B 便携式自动显示温度记录仪。

从图 1 可以看出:升温开始至第 5 分钟前,