

温度对产香乳酸菌

产气活力的影响

干酪二次低温热处理时采用的细菌发酵剂包括联乙酰乳酸链球菌 (*Str. diacetylactis*) 和噬柠檬酸明串珠菌 (*Leuc. citrovorum*) 种属的产香菌。它们在生命活动中产生二氧化碳气, 并使制品中产生气孔。

作者进行研究的结果指出, 上述微生物产气活力取决于培养温度, 但低温 ($9\sim 10^{\circ}\text{C}$) 对联乙酰乳酸链球菌的产气活力有不良影响。干酪加工和成熟时, 发酵微生物经受各种不同温度的作用。因此, 在不同季节 (冬季、春季、夏季和秋季), 干酪制造和成熟时, 研究了某种温度范围内混合温度条件对产香菌产气活力的种种影响。

在Дунбара试管 (每管12毫升) 内研究了用各种还原乳制取的培养基中培养物的产气活力。逐日研究产气量, 并依据气体占有的体积刻度的毫升数表示。装有培养物的试管先在 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ (乳发酸的温度) 保温 1.5 小时, 然后将试样加热到 $40\sim 41^{\circ}\text{C}$ (干酪颗粒二次受热的温度) 再保温 1.5 小时。培养物在降到 25°C 的室温下约培养 9 小时, 在 $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ (干酪成熟时一般拟定的温度) 可维持约 25~30 昼夜。

他们收集了 51 个菌株, 包括产酸速度快的 (强的) 26 个联乙酰乳酸链球菌株和 13 个噬柠檬酸明串珠菌株, 以研究它们各自的产气活力。在一年之内每隔 15~30 天, 将培养物移植到脱脂乳一次, 移植前后置于冷藏器内保藏。

视每种培养物的产气程度分成两个菌群: 第一菌群——中等产气 (最大达 5 毫升), 第二菌群——强力产气 (5 毫升以上)。

因此, 在不同季节, 培养物都会产生少量气体, 但还是发现各菌株产生的气体体积不同, 故菌群还可细分为副菌群。

冬季, 联乙酰乳酸链球菌株 (强的和弱的) 产生了少量的气体 (最大为 2 毫升)。这种菌属于第一菌群。但各菌株之间略有不同, 因此将其分成二个副菌群: 产生气体不足一毫升的为第一副菌群 (产气活力较高的), 第二副菌群 (产气活力更高的) 产生气体为 1 毫升以上的。

强的联乙酰乳酸链球菌株, 经 2~3 昼夜 (详见表) 便开始产生大量气体, 经 7 昼夜其产气量达到最高值: 在第一副菌群 (11 个菌株) 产气量为 0.5 毫升, 在第二副菌群 (15 个菌株) 产气量为 1.2 毫升, 并延续到 11~13 昼夜, 仍保持该产气水平不变。此后, 便发生气体溶解, 产气量渐次下降到 0.3 和 0.5 毫升。该菌有 3 个菌株, 对混合温度条件有不良反应, 这三个菌株到 7~15 昼夜才开始产气, 一般产气量也是很低的 (0.3 到 0.7 毫升)。

弱的联乙酰乳酸链球菌的多数菌株开始产气 (要经 3~5 昼夜) 达到最大值 (要经 16 昼夜), 并持续到更长的时期 (20~30 昼夜)。第一副菌群 (8 个菌株) 的菌株最大产气量为 0.4 毫升, 第二副菌群 (4 个菌株) 产气量为 1.7~1.8 毫升。第一副菌群的 5 个菌株对混合温度条件表现出不良反应。它们要经 7~10 昼夜才开始产气。

冬季噬柠檬酸明串珠菌株比联乙酰乳酸链球菌株产气多得多, 产气缓慢的第一菌群 (4 个菌株) 产气为 5.1~5.2 毫升, 强力产气的第二菌群 (9 个菌株) 产气量为 7.0~7.1 毫升。噬柠檬酸明串珠个别菌株的最低产气量 (4.1 毫升) 比联乙酰乳酸链球菌株的最高产气量 (2.1 毫升) 多一倍。

该种大多数菌株开始产气相当快——经 4~5 昼夜。在第 16~17 昼夜产气量最大并保持

到23~24昼夜，其后便下降。在13个菌株中只有3个菌株开始产气略有延迟——由4~5昼夜延长到6~7昼夜。看来，冬季混合温度条件对噬柠檬酸明串珠菌株无明显不良反应。

春季，强的或弱的联乙酰乳酸链球菌的产气情况和冬季相近，产气量少也属于第一菌群。该种强的菌株经3~4昼夜开始产气。第一副菌群（17个菌株）菌株的最大产气量（0.5毫升）保持在4~13昼夜，第二副菌群（9个菌株）菌株的产气量保持在8~13昼夜（1.7~1.8毫升）。第一付菌群的许多菌株对混合温度条件表现不良反应。这种反应常受到延迟或不产气。

第一付菌群产酸速度慢的联乙酰乳酸链球菌菌株，在这期间，对混合温度条件表现了极为不良的反应。它们或不产气或经20昼夜才产生少量气——最大为0.1~0.5毫升。在8个菌株中只有一个菌株属于该付菌群，须经过6天才开始产气，经10天最大产气量达到一毫升。该种第二副菌群（4个菌株）的培养物，要经4~7昼夜才能产气。经10昼夜产气量达到最大为1.4毫升。但春季这种培养物的产气量比冬季差。

噬柠檬酸明串珠菌（9个菌株）多数菌株，在这期间产气量不多，它属于第一菌群，产气能力很强的4个菌株属于第二菌群。与冬季不同，春季该种菌的所有菌株，其产气量开始慢得多，主要在第7~11昼夜，有3个菌株是在第19~23昼夜才产气。第一菌群的最大产气量要晚得多（第24昼夜），其产气量为3.3~3.6毫升，第二菌群为6.3~6.8毫升，直到试验末期产气量仍无变化。

春季进行研究的结果证实了混合温度条件对弱的联乙酰乳酸链球菌多数菌株和噬柠檬酸明串珠菌以及强力的联乙酰乳酸链球菌的各个菌株的产气的开始阶段，都有极大的不良影响。

夏季被研究的所有菌株都经受混合温度条件的影响，它们的特征是适度或强力产气。

强力的联乙酰乳酸链球菌（除原来产气量

多——5.9~6.5毫升的两个菌株以外）的所有菌株都有适量气体产生。在26个菌株中有2个菌株产生少量气体——最大为2.3~2.8毫升，因此，将它们定为第一副菌群，其它所有的都为第二副菌群。第一副菌群的2个菌株，对混合温度条件有不良反应。它们要经7~11昼夜才开始产气，其最大产气量——在第21~30昼夜期间内，但第二副菌群却发现要经3~4昼夜，最大产气量（平均4.0~4.7毫升）发生在第9到25昼夜期间。

除1个菌株（要经9昼夜）外，弱的联乙酰乳酸链球菌所有菌株，经3~4昼夜始能产气。产气量不大于5毫升的9个菌株属于第一菌群，强力产气量为6.5和7.5毫升的2个菌株，则属于第二菌群。第一菌群要经17昼夜达到最大产气量，第二菌群要经9昼夜。培育结束时才发现产气量显著减少。而只发现一个菌株对混合温度条件有不良反应。

在噬柠檬酸明串珠菌株中有6个菌株，产气（第一菌群）不够有力，有7个菌株产气很有力，其产气量为7~10毫升（第二菌群）。夏季该种菌的菌株，大致要经7昼夜始能产气。对培育的3个菌株：其中2个要经14~17昼夜产气，一个不产气。这3个菌株的产气活力受到抑制，大概是由于不适温度条件所致。第一菌群的菌株，一般要经过27天（即培育末期）产气量（4.7毫升）最大，第二菌群的菌株产气量（7.8毫升）达到最大值——要经24天时间。

研究的结果指出，夏季与上年同期相比，发现产气很强烈，但有6个菌株有不良反应。

秋季，强和弱的联乙酰乳酸链球菌几乎所有菌株，都有适量气体产生（第一菌群约3毫升），比冬季和春季产气量多。和其它季节不同，秋季的培养物大体要经一昼夜开始产气。第一副菌群强的联乙酰乳酸链球菌——10个菌株，其最大产气量（1.2毫升），第二副菌群——16个菌株，要经8~13昼夜表现产气（2.6毫升），其后，产气量下降，在培育末期产气量

为0.4和1.5毫升。第一副菌群的2个菌株，对混合温度条件发生反应时，并不产气。

第一副菌群（2个菌株）产酸速度慢的联乙酰乳酸链球菌菌株之间，最大产气量为1.5~1.6毫升，第二副菌群（9个菌株）——在9到14~16昼夜期间最大产气量为2.3到2.4毫升，然后，其产气量渐次下降。秋季并未发现该菌株的产气能力明显受到抑制。

噬柠檬酸明串珠菌株在这个期间，要经5~6昼夜开始产气（3个菌株要经8~9昼夜），第一菌群的菌株最大产气量是5~6毫升，第二菌群的菌株，在18到24昼夜期间产气量保持在7.1~7.8毫升。秋季这种菌株对拟制的混合温度条件，并未发现有强烈的不良反应。

可以指出，夏秋两季（后者略低），即在低温培育培养物的最初日子里，强的和弱的联乙酰乳酸链球菌菌株产气速度是高的。而且要达到最大产气量的时间要稍晚些。

在夏季6~10昼夜期间，噬柠檬酸明串珠菌株的产气速度特别快，而冬季和秋季的高产气速度是在4到10昼夜期间内，春季则慢得多，并且表现最大产气量是在较后的时期，即

12到17昼夜之间。

一般来说，在混合温度条件下，夏季所有培养物的产气活力都很高，其次是秋、冬和春季。看来，在一年的不同季节，向脱脂乳移植的微生物的生理状态，对培养物的性能有一定影响。夏季微生物对发育的不利因素很稳定，但对它们的反应略差。相反，在春季，接种于生物价值不完善的乳中时，则它们对混合温度条件的作用稳定性较差。很明显，这必然影响到干酪的加工及其气孔的形成。

结论。研究模拟干酪加工和成熟温度的混合温度条件，对不同季节联乙酰乳酸链球菌和噬柠檬酸明串珠菌的50个菌株产气活力的影响证实了夏季培养物的产气活力最高，其次是秋、冬和春季，同时还证实了该温度条件对春季弱的联乙酰乳酸链球菌和噬柠檬酸明串珠菌多数菌株和各不同时期各制菌株的产气能力的巨大副作用。

噬柠檬酸明串珠菌株，在一年四季都具有轻度或强力产气的特征，联乙酰乳酸链球菌——在夏季适度产气，在其它季节产气较低，最终低温培育会有影响。

微生物种类	菌群	副菌群	冬 季			春 季			夏 季			秋 季		
			开始产气 (昼夜)	高产气 周 期 (昼夜)	最大产 气 量 (毫升)	开始产气 (昼夜)	高产气 周 期 (昼夜)	最大产 气 量 (毫升)	开始产气 (昼夜)	高产气 周 期 (昼夜)	最大产 气 量 (毫升)	开始产气 (昼夜)	高产气 周 期 (昼夜)	最大产 气 量 (毫升)
联乙酰乳酸链 球菌	第一	第一	3	7—11	0.5	3	4—13	0.4—0.5	8	21—30	2—4	1	4—13	1.0—1.2
		第二	2	8—13	1.2	3	8—13	1.7—1.8	3	9—24	4.0—4.7	1	4—19	2.0—2.6
强的 联乙酰乳酸链 球菌	第一	第一	4	6—24	0.4	7	7—29	0.1	0	0	0	2	5—20	1.0—1.6
		第二	3	6—19	1.7—1.8	5	10—17	1.3—1.4	4	10—30	3.1—4.2	1	4—20	1.5—2.4
弱的 噬柠檬酸明串 珠菌	第一	—	0	0	0	10	0	0	3	5—30	5.5—7.1	0	0	0
		—	4	18—24	5.1—5.2	10	23—33	3.3—3.6	7	21—30	4.0—4.7	5	19—24	5.0—5.6
	第二	—	4	17—23	7.0—7.1	11	27—36	6.3—6.8	7	11—30	5.8—7.8	5	18—24	7.1—7.8

李春起译自“Молочная промышленность” 1981. №11 17~20