第一章　蔬菜加工的基本原理

蔬菜加工是指利用食品工业的各种加工工艺处理新鲜蔬菜，制成各种各样的蔬菜产品。蔬菜加工是食品加工重要的组成部分,其根本任务就是使蔬菜通过各种加工工艺处理后,达到长期保存,经久不坏,随时取用的目的。在加工过程中,要尽可能最大限度地保存其营养成分,改进食用价值,使加工品色、香、味俱佳,进一步提高蔬菜加工制品的商品化水平。蔬菜加工的形式有很多，包括制汁、制汤、罐藏、糖制、干制、速冻、腌制等。在加工过程中，抑制有害微生物，保证食品质量是最重要的课题。

第一节　　蔬菜加工原料要求及预处理

一、蔬菜加工原料要求

要加工出优质高产、低耗的蔬菜加工品,除了必须具备先进的加工工艺和设备外，更与原料的品质好坏以及原料的加工适性有密切的关系。

(一)蔬菜种类、品种与加工产品品质的关系

从加工方法上看，各种加工方法对原料的性质有一定的要求。如干制要求蔬菜有较高的干物质含量,水分低,大小合适 制汁要求蔬菜出汁率高,取汁容易,有良好的风味和色泽 罐藏和冷冻要求肉质丰富,可食比高,质地紧密,色香味好、耐煮制、不变味、不变形等 蔬菜的腌渍加工是我国的传统方法,对原料的要求不是非常

需要全本请访问 www.ertongbook.com

严格,但一般应以水分含量较低、干物质多、肉质厚、风味特殊、粗纤维少为好，某些种类如黄瓜、茄子等对果形也有特定的要求。

从蔬菜的种类与品种上看，何种原料适宜制何种加工品是根据其理化特性决定的,例如芥菜类全氮含量高,适宜作腌制品 莞菁(大头菜)肉质坚实,辛辣味重,只适宜作咸菜 茎用芥菜(青菜头)品种中的三转子、另市草腰子,粗纤维少,突起钝圆,凹沟浅,用以制成的榨菜品质优良,形态美观 而羊角菜突起尖,猪脑壳菜凹沟多而深,用以制成的榨菜品质低劣。番茄色泽鲜红,含番茄红素高,可溶性固形物含量也高,渝红 1 号、2 号、奇果、北京早红、浦江 1 号等,是制番茄汁、番茄酱的优良原料 果形中等大小,果面光滑的罗成 1 号可制番茄原汁(或糖水)罐头,而果型特大则不适宜 果肉黄色品种只适宜制番茄干。

准确地根据原料的品种特征而进行适合的加工，是充分利用资源,获得优质产品的保证。不恰当的加工,只能是浪费原料,制得低劣的产品。

（二）原料采收期与加工产品质量的关系

不同的加工产品，适宜的采收期也不同。选用采收期适当的原料进行加工,产品质量高,吨耗率也低。反之,产品质量低劣,原料消耗量大,加工也困难。例如 青豌豆、菜豆、蚕豆等罐头用料，以乳熟期采收为宜。青豌豆花后十七八天采收品质最好，糖分含量高,粗纤维少,表皮柔嫩,制成的罐头甜、嫩,不浑汤,采收过早,发育不充分,难于加工,吨耗率也高,亩产也低。随着生长期延长,籽粒变老,糖转化成淀粉,将失去加工罐头价值。

蘑菇子实体大 1.8～4.0 厘米时采收，作清水蘑菇罐头为优。过大,开伞后只可制蘑菇干,菌柄空心,外观欠佳。花椰菜、金针菜以花蕾充分膨大还未开放时作罐头与干制品为优,花蕾开放后,易折断,品质低劣。

青菜头、萝卜、胡萝卜等以充分膨大,尚未抽薹时采收为宜,此时粗纤维少 过老,木质化,不堪食用。马铃薯、藕富含淀粉,则以地上茎开始枯萎时采收，淀粉含量高。

(三)原料新鲜度与产品质量的关系

加工原料愈新鲜、完整，制成品的品质愈好，吨耗率也愈低。蘑菇采后子实体易开伞，金针菜花蕾易开放，青豌豆糖分易转化，嫩蚕豆、嫩黄瓜表皮易变硬,石刁柏易变绿等,均易丧失加工价值，这些原料从采后到加工不得超过 4～12 小时。青刀豆、蒜薹、竹笋、莴苣等不得超过 1～2 天。大蒜、薤头、生姜等采后 3～5 天,表皮干枯,去皮困难。老熟的冬瓜、南瓜表皮角质层厚,马铃薯淀粉含量高,较耐贮藏,在适宜条件下,贮存半月以上尚不失加工价值。

新鲜蔬菜采收时及运输过程中易受机械损伤，轻者及时加工，品质仍好,若延缓加工,易引起腐烂,失去加工价值。蔬菜腐烂后，导致加工产品带菌量增加,使杀菌负荷加重,这有可能导致加工产品的杀菌不足，而强化杀菌会导致食用品质和营养成分的下降。总之，蔬菜加工要求从采收到加工的时间尽量缩短。如果必须放置或进行远途运输，则应有一系列的保藏措施。为了保持原料的新鲜、完整和饱满,在厂房的设置、原料的种植和采收整个过程中应综合考虑。采后,在包装、运输过程中,应尽量避免伤害蔬菜组织。

二、原料预处理

蔬菜加工前，均须对原料进行预处理。预处理包括原料选别、分级、洗涤、去皮切分、热烫浸漂及硫处理等工序。

(一)原料选别分级

任何原料投产时,必须选优去劣,剔除霉烂、病虫害、畸形、机

械伤严重、过老过嫩、品种不一及变色等不合格原料，并除去杂质。分级的好处在于可以保证产品的质量，降低消耗，选择合理的加工工艺与设备。分级包括大小分级、成熟度分级和色泽分级几种。在我国，成熟度分级常用目视估测的方法进行，如豆类、黄瓜、芦笋、竹笋等加工前常先要进行成熟度分级，大部分目视分成低、中、高三级。豆类中的豌豆等在国内外也常用盐水浮选法进行分级，因为成熟度高的含有较多的淀粉，比重较大，在特定比重的盐水中利用其上浮或下沉的原理即可将其分开。在美国，能在密度为1.04克／厘米^{3}的盐水中上浮的规定为特级，下沉的为标准级，再用密度为1.07克／厘米^{3}的盐水浮选，上浮的为标准级，下沉者次之，但这种分级方法也受到豆粒内空气含量的影响。

大小分级常用筛分法。原料不同各有专用分级筛，如蘑菇经预煮后具弹性，用蘑菇分级机(滚筒式圆筛)按直径分为18～20毫米、20～22毫米、22～24毫米、24～27毫米、27毫米以上及18毫米以下6级，级差2毫米青豌豆按豆粒直径7毫米、8毫米、9毫米、10毫米在豌豆分级机中进行；青刀豆按豆荚长70毫米以上、以下分长短两级；竹笋按笋头直径100毫米以上、80～100毫米、80毫米以下分三级。只有菜汁、番茄酱、南瓜泥、胡萝卜泥等不保持原有形态，经破碎者，才不进行大小分级。

(二)洗涤

洗涤可以除去蔬菜表面沾附的泥沙、尘埃及大量的微生物以及部分残留的化学农药，保证产品清洁卫生。喷过防治病虫害药剂的原料，更应注意洗净，清除药害。一般需用0.5%～1.0%盐酸溶液或0.05%～0.1%高锰酸钾液或600毫克／千克漂白粉液先浸泡数分钟，再洗净药剂，可起到杀菌作用。

根茎类及块茎类蔬菜生长在土中，沾附泥土较多，有的表面又多凹眼，必须经过浸泡、刷洗或高压水冲洗，才能洗净，这对减少耐

热性芽孢杆菌，具有十分重要的作用。浸泡还能促使里面的虫爬出。洗涤用水,应符合饮用水标准。洗涤过程要保持水的清洁,防止不清洁水循环使用，增加污染。

应根据各种蔬菜被污染程度、耐压耐摩擦强度以及表面状态的不同，而采用不同方法及机械进行。以下介绍几种洗涤设施。

1. 洗涤水槽

原料盛水槽中，先浸泡再淘洗、刷洗或高压水冲洗。设备简易,适用于各种蔬菜,但劳动强度大,功效低,耗水量大。

2. 滚筒式清洗机

主要部分是一个可以旋转的滚筒,筒壁成栅栏状,与水平面成3 左右倾斜安装在机架上。滚筒内有高压水喷头，以 $(3.309\sim4.052)\times10^5$ 帕的压力喷水。原料由滚筒一端经流水槽进入后，即随滚筒的转动与栅栏板条相互摩擦至出口，同时被冲洗干净。此种机械适合于质地较硬和表面不怕机械损伤的原料。

3. 喷淋式清洗机

在清洗装置的上方或下方均安装喷水装置，原料在连续的滚筒或其他输送带上缓缓向前移，受到高压喷水的冲洗。喷洗效果与水压、喷头与原料间的距离以及喷水的水量有关,压力大、水量多、距离近则效果好。

4. 压气式清洗机

其基本原理是在清洗槽内安装有许多压缩空气喷嘴，通过压缩空气使水产生剧烈的翻动，物料在空气和水的搅动下进行清洗。在清洗槽内的原料可用滚筒(如番茄浮选机)、金属网、刮板等传递。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

5. 桨叶式清洗机

清洗槽内安装有桨叶，每对桨叶垂直排列，末端装有捞料的斗。清洗时,槽内装满水,开动搅拌机,然后可连续进料,连续出料，新鲜水也可以从一端不断进入。

(三)去皮切分

去皮去心是为了提高制品的品质。去皮去心时，只要求去掉不合要求的部分，不可过度，否则会增加原料的消耗。去下的皮、心有用者可作其他综合利用原料。去皮的方法有多种，根据原料外皮结构而定。

1. 手工或机械去皮、去荚或去心

手工去皮、荚常用手、小刀、刨等工具,去皮简单、效率低。现介绍几种机械去皮、去荚的设备：

①擦皮机 为一旋转的鼓,鼓内壁为金刚砂涂布的粗糙面,原料送入鼓内,借旋转离心力与金刚砂粗糙面相摩擦,皮被擦下,被高压水冲洗出机外。去皮后表面粗糙,肉质易被擦下,损耗大。此机适用于马铃薯、芋头、荸荠等去皮。

②旋皮机 如车床式,主要原理是在特定的机械刀架下将蔬菜皮旋去,此机适用于圆形、体积大的冬瓜、南瓜、芋头等去皮。

③青豌豆去荚机 由转筒、螺旋式刮板器、进料顶罩、接料帆布袋、出料斗等组成。带荚青豌豆由输送带送入进料顶罩落入转筒，在与螺旋式刮板器的旋转速度差作用下，将带荚的青豌豆在螺旋刮板器与筒壁的搓擦下,使豆壳分离,并经转筒壁孔把豆与壳屑一起落在倾斜的帆布输送带上,豆随斜度滚入出料斗输出,壳屑暂粘在帆布输送带上而被刷出。

2. 化学去皮

将原料在一定浓度和温度的碱(酸)溶液中处理适当时间,外皮即被腐蚀,取出,立即用清水冲洗或搓擦,外皮即脱离,并洗尽碱(酸)液。此法常用于马铃薯、胡萝卜、荸荠等去皮。马铃薯等外皮由角质、半纤维素等组成,不抗碱(酸)肉质由薄壁细胞组成,较耐碱(酸)外皮与肉质之间为一层中胶层,使外皮与肉质粘连。一般常用 NaOH 碱液,酸液用量大。

进行碱(酸)去皮时的碱液浓度、温度和处理时间,随原料种类、品种而异,要求只去掉外皮,不伤及肉质,去皮后立即搓洗去碱液 。

碱液去皮法有浸碱法与淋碱法,此法去皮均匀迅速,损耗率也低 。

3. 热力去皮

①蒸汽或热水去皮 番茄在 95℃以上热水中经 1～2 分钟或在蒸汽中 10～20 秒,表皮与肉质分离,取出趁热撕去外皮。马铃薯在 108℃的饱和食盐水中处理 5～6 分钟，再用高压水冲去外皮 。

②电灶去皮 马铃薯、甘薯、大蒜、洋葱等在 600～1100 ℃的电灶内经 20～30 秒，外皮即被烧焦卷缩，再在高压水下冲去焦皮。烧焦后的马铃薯必须立即降温，否则肉质易变褐色。

此外还有冷冻去皮、真空去皮等去皮方法。

有些蔬菜去皮后易引起变色及品质恶化,如莲藕、荸荠等,必须迅速浸入 1%～3%食盐水或 1%柠檬酸中护色，并尽快进行预煮。有些蔬菜如青豌豆、黄瓜、花菜、菇类等不须去皮,只去柄、蒂。目前对茎菜类莴苣、茎用芥菜(青菜头)去皮,仍用手工去皮,尚无其他方法。

去皮后的原料，体形庞大者须进行切分，才能利于加工。例如,四川榨菜必须把较大的青菜头,如 300 克以上者切割为两块或三块,晾晒时才容易自然脱水。蔬菜进行人工脱水时,尤其需要将原料切分成块状或条状或片状,以增加其蒸发面积,加快水分蒸发速度。蔬菜切后再行冻藏,同样也是增大其表面积,有利于蔬菜组织的冻结，而糖制时则有利于糖液的渗透等。

（四）热烫

果蔬的热烫,在生产上又称预煮、烫漂或杀青。蔬菜除供腌制外,供作糖制、干制、罐藏、制汁及冻藏者,都需进行热烫。所谓热烫，即是将已切分或未切分的新鲜蔬菜原料在温度较高的热水或沸水或常压蒸汽中加热处理。一般所用的温度为沸点或接近沸点,个别组织很嫩的蔬菜如菠菜,为保持其绿色,可采用 76.6℃的温度。热烫时间随蔬菜的种类、老嫩及体形大小而异,一般为 2～10 分钟,以物料肉质内部酶活性破坏,失去原有的硬度,仍能保持脆性为原则。热烫后立即用冷水浸漂冷透,防止余热伤害,降低脆性。热烫的主要目的有：

①加热钝化酶,改善风味、组织和色泽。蔬菜受热后氧化酶类可被钝化，从而停止其本身的生化活动，防止品质的进一步败坏，这在速冻与干制中尤为重要。一般认为抗热性较强的氧化还原酶的失活温度为 71～73.5℃ ,过氧化物酶为 80～95℃。

②软化或改进组织结构。罐藏时,这样便于装罐,同时由于部分脱水,易保证有足够的固形物含量。干制和糖制时,由于改变了细胞膜的透性,使水分易蒸发,糖分易渗入,不易产生裂纹和皱缩，尤其干制时加碱液热烫后效果更明显。热烫过的干制品复水也较容易。

③稳定或改进色泽。由于空气被排除，有利于罐头制品保持合适的真空度。对于含叶绿素的蔬菜,色泽更加鲜绿,不含叶绿素

的则变成半透明状态，更加美观。

④除去部分辛辣味和其他不良气味。如芦笋稍具苦味，菠菜具有涩味,辣椒含有辛辣刺激性物质,经过烫漂之后即可减少其苦味、涩味及辛辣味。罐头青刀豆通过热烫可除去部分可溶性含氮物质，避免苦味并减少容器的腐蚀。

⑤可以杀死蔬菜表面附着的一部分微生物和虫卵，降低污染物的含量。

热烫的缺点是在热烫的同时，要损失一部分营养成分。热水热烫的损失量要高于蒸汽的。据报道，切片的胡萝卜用热水烫 1 分钟即损失矿物质 15%,整条的也要损失 7%,另外,维生素 C及其他维生素同样受到一定损失。

在进行绿色蔬菜烫漂时，如果在水中加入少量的碳酸氢钠或者用其他方法使水呈中性或微碱性，可以很好地保持蔬菜的绿色，对于易变色的原料,如蘑菇、花椰菜、莲籽、荸荠、藕等,需在热烫水中加入适量的柠檬酸护色。

热烫是否充分，可以以是否钝化了果蔬中最耐热的过氧化物酶作标准,检验方法是:将试样切片后,随即浸入愈创木酚或联苯胺溶液内或在切面上滴上上述溶液，再滴 0.3%的过氧化氢数滴，数分钟后,愈创木酚变褐色,联苯胺变蓝色即说明酶未被破坏,热烫不够,否则即说明完成烫漂,酶已被钝化。

(五)硫处理

蔬菜加工中，经常要用亚硫酸溶液对蔬菜加热处理或进行熏硫处理,如供干制用的竹笋、黄花菜、生姜、甘蓝、马铃薯及甘薯等切片热烫后，一般要进行熏硫处理，这都是利用亚硫酸的保藏作用。亚硫酸是一种强还原剂,易被氧化,可以减少溶液中或植物组织中氧的含量，微生物常因得不到氧而窒息死亡。亚硫酸还能抑制氧化酶的活性，可以防止果蔬中维生素 C 的损失。未离解的亚

硫酸分子，抑制作用最为有效，一旦解离成离子状态（HSO_3^-、SO_3^{2-}或与其他物质成结合态,则没有效果。此外,亚硫酸也能增大细胞膜的渗透性,因而也能加快水分的蒸发,缩短干燥脱水的时间,干制成品的复水性能也比较好,能防止原料在干制脱水过程中及干制成品在贮存期内的非酶褐变。SO_2在水中可以变成亚硫酸，从而具有保藏效应。SO_2还能与原生质内某些因素起作用，如能与水解酶和氧化酶的醛基结合,破坏了酶的活性,从而使微生物和果蔬本身的系列活动受阻，达到抑制目的;SO_2还能与许多有色化合物(特别是花色苷类)结合变成无色衍生物,使红色果蔬褪色，失去光泽。但是若脱除SO_2,色泽仍可复现。SO_2对类胡萝卜素影响不大，对叶绿素则无影响。

但是,一方面我们应当看到,亚硫酸和SO_2对人体有毒,人的胃中如有80毫克的SO_2即会产生有毒影响。国际上规定每人每日允许摄入量为0～0.7毫克／千克体重。对于成品中的亚硫酸含量,各国的规定不同,但一般要求在20毫克／千克以下。近年来一些发达国家的食品管理条例中限制使用亚硫酸盐，如在蘑菇中限制用亚硫酸盐。

另一方面,SO_2易挥发,去硫较方便,所以在加工制品中不致于残留过量的SO_2。尽管如此，亚硫酸保藏的原料或食品在加工前或食用前常须脱硫,使其最后含量达到规定值以内,其方法有加热、搅动、打气、真空处理。

(六)工序间的护色

蔬菜去皮和切分之后,与空气接触会迅速变成褐色,从而影响外观，也破坏了产品的风味和营养品质。这种褐变主要是酶褐变，由果蔬中的多酚氧化酶氧化具有儿茶酚类结构的酚类化合物，最后聚合成黑色素。其关键的作用因子有酚类底物、酶和氧气。因为底物不可能除去，一般护色措施均从排除氧气和抑制酶活性两

方面着手，在加工预处理中所用的方法主要有：

1. 食盐水护色

将去皮或切分后的蔬菜浸于一定浓度的食盐水中，原因是食盐对酶的活动有一定的抑制和破坏作用;另外,氧气在盐水中的溶解度比在空气中小。加工中常用 1%～2%的食盐水护色,但蘑菇也用近 30% 的高浓度盐渍并护色。用此法护色应注意漂洗净食盐。

2. 亚硫酸盐溶液护色

亚硫酸盐既可防止酶褐变,又可抑制非酶褐变,效果较好。常用的亚硫酸盐有亚硫酸钠、亚硫酸氢钠和焦亚硫酸钠等。

3. 酸溶液护色

酸性溶液可降低 pH 值,降低多酚氧化酶活性,并且由于氧气的溶解度较小而兼有抗氧化作用，而且大部分有机酸还是果蔬的天然成分，所以优点甚多。常用的酸有柠檬酸、苹果酸或抗坏血酸,生产上采用柠酸酸,浓度在 0.5%～1%。

第二节　　蔬菜主要加工方式的基本原理

一、蔬菜干制

蔬菜干制是指脱出一定量的水分而尽量保存蔬菜原有风味的干燥方法,制品是菜干(脱水蔬菜)。干制的作用在于将蔬菜中的水分减少,提高可溶性物质的浓度,从而降低水分活度到足以抑制微生物活动的程度,同时,蔬菜本身所含酶的活性也受到抑制,产品能够长期保存。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(一)蔬菜中水分存在的状态

新鲜蔬菜含水量为 75%～95%。这些水分按其在蔬菜中存在的状态分为自由水与束缚水两类。其一为由氢键结合系着的水称束缚水,束缚水又分胶体结合水和化合水 其二为由毛细管力系着的水称为自由水。

1. 胶体结合水

是指和细胞内容物原生质、淀粉等相结合成为胶体状态的水分，由于胶体的水合作用和膨胀的结果，围绕着胶粒形成一层水膜,这部分水对游离水中易溶解的物质不表现溶剂的作用,其热容比游离水小,为 0.7。干燥时,在高温下才能被排除一部分。

2. 化合水

化学结合水相当牢固地同物料相结合，只有在化学作用或在特别强的热处理下才能脱出，一般干燥时化学结合水不脱掉。

3. 游离水

又称自由水,是充满毛细管中的水,干燥时易被排除,蔬菜中的水主要以游离状态存在。可借毛细管和渗透作用向外或向内移动,依内外水蒸气分压差而定。游离水对溶质起溶剂的作用,但容易结冰。

(二)干燥过程

分恒速干燥与减速干燥两个阶段。水分从新鲜原料表面蒸发,蔬菜内部水分向表面移动,干燥介质— 空气与蔬菜之间产生热能互换作用。干燥时蔬菜水分蒸发依靠水分外扩散作用与内扩散作用。水分外扩散是水分在蔬菜表面的蒸发,表面积愈大,空气

流动愈快,温度愈高以及空气相对湿度愈小,水分从蔬菜表面蒸发速度越快。当表面水分蒸汽压低于内部水分时，造成原料内部与表面水分之间的水蒸气分压差,水分由内部向表面转移,进行水分内扩散,这种扩散作用的动力是借助湿度梯度,水分由含水分高的部位向含水分低的部位移动。湿度梯度越大，水分内扩散速度就越快。影响水分内扩散的还有温度梯度。原料内部的温度高于表面温度,形成温度梯度,水分借助温度梯度沿热流方向向外移动而蒸发。

蔬菜干燥必须注意保持外扩散与内扩散的配合与平衡，以防止结壳现象。水分内扩散速度应大于水分外扩散速度，这时水分在表面汽化的速度起控制作用，这种干燥情况称为表面汽化控制。

对于可溶性物质含量高的原料，内扩散速度小于外扩散速度，内扩散速度起控制作用，称内扩散控制。当原料水分减少到一定程度时,由于其内部可被蒸发的水分逐渐减少、蒸发速度减慢,当原料表面和内部水分达到平衡时,蒸发作用也就停止了,从而完成了干燥作用。

(三)平衡水分和水分活度

1. 平衡水分

某一原料与一定的温度和湿度的干燥介质相接触，排出或吸收水分,当原料中排出的水分与吸收的水分相等时,只要干燥介质的情况不发生变化,即原料中所含水分保持不变,此时原料所含的水分,即为该干燥介质条件下的平衡水分。在任何情况下,如果干燥介质温度、湿度不发生变化,那么相对于这个条件下原料的平衡水分就是这种原料可以干燥的极限。自由水是能在干燥作用下排除的水分，是原料所含水分中大于平衡水分的部分。

2．水分活度

又称水分活性，它是溶液中水的逸度与纯水逸度之比，可近似的表示为溶液中水蒸气分压与纯水的蒸汽压之比：$A_W = \frac{P}{P_0} = ERH/100$。

式中 A_W 为水分活度，P 为溶液或食品中的水蒸气分压，P_0 为纯水的蒸汽压，ERH 是平衡相对湿度，即物料既不散湿也不吸湿时的大气相对湿度。

纯水中加入溶质后，溶液分子之间引力增加，蒸汽压下降，则 A_W 下降。溶液中溶质浓度大、渗透压高，可造成进入其中的微生物细胞质壁分离而死亡。A_W 高到一定值时，酶活性才能被激活，并随着 A_W 值增高，酶活性增强。各种食品都有一定的 A_W 值，各种微生物的活动和各种化学与生物化学反应都有一定的 A_W 阈值。蔬菜干制的目的就是要使蔬菜 A_W 值降到微生物活动及化学与生物化学反应的 A_W 阈值之下。

（四）影响干燥的因素

1．干燥介质的温度

蔬菜干燥是用预热的空气作为干燥介质，当这种热空气与湿润的原料接触时，即将所带的热放出，原料吸收这部分热量而使它所含的一部分水分汽化，空气的温度则因而降低。温度降低，空气的湿度饱和差随之降低，干燥速度减慢。空气中相对湿度每减少10%，饱和差就增加 100%，所以可采取升高温度同时降低相对湿度来提高干制品质量。

蔬菜干制时，特别是初期，一般不宜采用过高的温度，否则因骤然高温，组织中汁液迅速膨胀，易使细胞壁破裂，内容物流失，原

料中糖分和其他有机物常因高温而分解或焦化，有损产品外观和风味。初期的高温低湿易造成结壳现象，而影响水分的扩散。

2. 干燥介质的湿度

空气的温度升高，相对湿度就会减少。在温度不变的情况下，相对湿度愈低,则空气的饱和差越大,蔬菜的干燥速度越快。升高温度同时又降低相对湿度,则原料与外界水蒸气分压相差越大,水分的蒸发就越容易。

3. 气流循环的速度

干燥空气的流动速度越大，蔬菜表面的水分蒸发也越快。加大气流速度有两个作用：一是有利于将空气的热量迅速传递给原料,以维持其蒸发温度;二是从原料周围迅速带走蒸发出的水分，不断补充新鲜的未饱和的空气，促进原料表面水分的不断蒸发。据测定,风速在 3 米／秒以下,水分蒸发速度与风速大体成正比例关系。

4. 蔬菜种类和状态

蔬菜种类不同,所含化学成分及其组织结构也不同,因而干燥速度也各不相同。原料切分的大小与干燥速度有直接关系。切分小,蒸发面大,干燥速度也越快。

5. 原料的装载量

装载量的多少与厚度以不妨碍空气流通为原则。装载原料数量与厚薄对于原料的干燥速度有影响。烘盘上原料装载量多，厚度大,则不利于空气流通,影响水分蒸发。干燥过程中可以随着原料体积的变化,改变其厚度,干燥初期宜薄些,干燥后期可厚些。

(五)蔬菜在干燥过程中的变化

1. 体积缩小、质量减轻

蔬菜经干制后，一般体积为鲜品的 20%～35%，质量为原来的 6%～20%。

2. 色泽的变化

蔬菜在干制过程中或在干制品贮藏中，色泽发生很大变化，主要有两方面的变化：一是发生了褐变，变成黄色、褐色或黑色，包括酶促褐变和非酶促褐变；二是干制过程中，原料受热，细胞间隙中的空气被排除，使干制品呈半透明状态，干制品外观差，而且由氧化导致的质量降低减轻。

3. 营养成分的变化

总的来说是水分大量减少，糖分及维生素损失较多，而矿物质和蛋白质则比较稳定。

(1)糖分变化　果糖和葡萄糖均不稳定易于分解。干制时间越长，糖分损失越多，干制品质量越差。糖分损失随温度升高、时间延长而增加，温度过高时糖分焦化，颜色深褐甚至呈黑色，味道变苦、色泽变褐。

(2)维生素的变化

①蔬菜中维生素 C：维生素 C 被破坏的程度，除与干制环境中的氧含量和温度有关外，还与抗坏血酸酶的活性和含量有关。氧化与高温的共同影响，往往可能使维生素 C 被全部破坏，但在缺氧加热的情况下，却可以大量保存。维生素 C 在阳光照射下和碱性环境中也易遭受破坏，但在酸性溶液或者浓度较高的糖液中则较稳定。

②维生素 A_1、A_2 在干制加工中不及维生素 B_2、B_1 和尼克酸稳定,容易在高温、氧气及碱性环境条件下破坏。但某些热带果实中的 β-胡萝卜素在熏硫和烘干过程中却变化不大。

(六)干制技术的进展

1. 冻结干燥

又称冷冻升华干燥。先将原料在冰点以下冷冻，水分变为固态，然后在较高真空度下升华将冰转化为蒸汽除去，物料即被干燥。干燥结束时,立即向干燥室充入干燥空气或干燥氮气,恢复常压,进行包装。产品质量高。此法主要用于医疗药物、食品工业珍贵食品的干燥。目前国内使用该法的装置的主要部分是一卧式钢质圆筒,配有冷冻、抽气、加热和控制测量系统。

2. 微波干燥

微波是指频率在 300 兆赫到 300 千兆赫之间的无线电波，食品常用加热频率为 915 兆赫和 2450 兆赫。微波加热不是由外部热源加进去,而是在加热物内部直接产生的,不管加热物料形状多么复杂,加热均是均匀的,不会引起外焦内湿现象。另外它的干燥速度快,所需干燥时间短,第三是选择性加热,当物料进行烘干时,其中的水分比干物质的吸收热量大得多,温度就高得多,很容易蒸发。

3. 远红外干燥

红外线介于可见光和微波之间,是波长在 0.72～1000 微米范围的电磁波。一般把 5.6～1000 微米区域的红外线称为远红外线。

远红外线干燥具有干燥速度快、生产效率高、节约能源、设备

需要全本请访问 www.ertongbook.com