

# 绿茶制造生物化学

(试用教材)

广东农林学院农学系  
茶叶教研组编  
一九七七年八月

# 目 录

一、	杀青	2
(一)	杀青过程的理化变化	3
	物理变化	3
	生化变化	4
(二)	杀青技术与茶叶品质的关系	18
	1. 杀青的温度	18
	2. 杀青的时间	22
	3. 杀青的方法	23
二、	揉捻	27
(一)	揉捻过程的理化变化	27
(二)	揉捻技术与茶叶品质的关系	29
	1. 冷揉与热揉	30
	2. 细胞破坏率	31
	3. 揉压和揉时	33
	4. 揉捻转速	34
三、	干燥	34
(一)	干燥过程的理化变化	35
	水分的汽化(35), 生化变化	36
(二)	干燥技术与茶叶品质的关系	43
	1. 干燥的温度(43), 2. 干燥的方法	47
	附: 绿茶初制前鲜叶堆放的生化意义	50

## 绿茶制造生化学

绿茶制造在我国具有最悠久的历史，产量也冠居世界之首位。

各种绿茶都属不发酵茶，在初制中先用高温破坏了酶的活性，阻止多酚类的氧化，所以具有“清汤绿叶”的品质特征。绿茶的种类很多，我国锅炒杀青绿茶，因干燥方法的不同，大致上可分为炒青、烘青与晒青。它们的工艺过程均包括有杀青、揉捻、干燥三个工序（或称工段），而且这三个工序所起的作用及目的要求也是基本相同或大体相近的，这是绿茶制造的共性。因此，关于绿茶初制的生物化学，本节拟以炒青和烘青三个工序的过程的理化变化及其意义，以及有关工艺技术与制茶品质的关系，分别进行讨论。至于绿茶初制前将鲜叶进行适当摊放的生化意义，详见本章第一节中。（节录于本讲义最后“附”）

炒青、烘青的品质各有其特点和不同要求。一般说，作为外销眉茶的炒青，外形条索紧直、匀整、圆浑，有锋苗，状似眉毛，干茶色泽绿翠光润；内质清香持久，味浓而醇，忌苦涩，汤色绿黄明亮，叶底嫩匀，黄绿鲜翠，忌红梗红叶、焦斑、生青及闷黄叶。烘青的条索紧结、匀整，因烘干带扁，芽尖白毫显露，干茶色泽墨绿光润；内质香气清正，有板栗香，滋味醇和，汤色清彻，耐于冲泡。在制造中如何保证这些茶类的品质特点和要求，显然，了解绿茶制造过程中各项内含物质的变化规律，以及这些变化规律与工艺条件和品质要求的关系如何，对提高制茶品质是有意义的。

### 一、杀青

杀青是绿茶初制的第一道工序，也是决定绿茶品质好坏的基础与关键。杀青的目的，在于利用高温迅速破坏鲜叶中酶的活性，

制止多酚類化合物的氧化，保持葉子的綠色；促使適當的化學變化，除去鮮葉的青草氣，煥揚與增進良好香味；蒸發部分水分，使葉質柔軟，便於揉捻做條。

殺青過程的物質變化，以化學變化為主，物理變化為次。化學變化又因溫度高低和時間長短等不同而異。

### (一) 殺青過程的理化變化

#### 物理變化：

綠茶鍋炒殺青，鐵鍋導熱快，熱力比較強烈，鮮葉易受熱而引起葉中水分迅速蒸發。葉子失掉部分水分後，葉細胞中膠質物粘稠性增大，葉組織失去緊張狀態而變柔軟，香氣、色澤也起了變化，這些現象用感官都可以識別。殺青過程鮮葉中水分的喪失是比較多的，一般約減少 15% 左右。而失水量與殺青溫度高低有關，如鮮葉含水量 76.2%，鍋溫 220°C，整殺青 6 分鐘後減少至 64.4%；但用相同的鮮葉、時間和殺青方法，鍋溫為 260°C 時，則含水量為 61.2%。殺青葉含水量的減少還隨殺青時間的延長而增加，如鮮葉含水量 75.9%，殺青 2 分鐘後剩下 72.6%，4 分鐘後剩下 66.8%，6 分鐘後剩下 60.5%。一般高級嫩葉殺青時水分減少較多，低級老葉減少較少。

大家知道，殺青程度掌握的主要指標之一是殺青葉的含水量。在生產經驗上，通常殺青適度的葉子，用手捏之葉質柔軟，略有粘性，緊握成團，稍有彈性，眼看葉色由鮮綠變為暗綠，表面光澤消失，鼻嗅無青草氣，而略有清香。殺青過度，葉色枯綠，有焦香，葉質干硬。殺青不夠，葉色青菜綠，有青草氣，葉質脆硬。殺青葉含水量過高或過低都不利於揉捻做條，並且葉內物質變化也不理想。根據葉質老嫩，殺青的掌握應有所不同。嫩葉纖維素含量低，內含成分豐富，葉質柔軟，殺青後含水量可少些，殺青後含水量應稍高，揉炒時才易成條。在正常情況下，各級鮮葉殺青減量率與殺青葉含水量大体要求如下：

以免揉捻成糊；老葉纖維素含量高，葉質硬，

表 1. 各级鲜叶杀青后减重率与杀青叶含水量

鲜叶级别	高级	中级	低级
鲜叶含水量(%)	76~77	74~76	73~74
杀青叶减重率(%)	40~45	30~40	25~30
杀青叶含水量(%)	58~60	60~62	62~64

生化变化：

杀青过程，鲜叶中的多种生物物质，迅速发生了不同性质或不同程度的变化。有的是数量上的增减，有的是质量上的更变；有的是组成比例上的更新，有的是化学结构上的异变。这些变化既有因水热条件的作用，也有因片刻的酶促作用，而最主要是前因的结果。杀青温度高，水分含量也很高，物质处于溶液或溶胶状态，转化速度较快。杀青中除了水分的蒸发和酶的变性破坏外，芳香物质、氨基酸、糖类、维生素、多酚类等化合物，都发生了较大或一定程度的变化。杀青过程一方面是抑制了某些生物化学反应，而同时又在热物理化学作用下，促使某些化学反应的进行，以形成绿茶所要求的特有品质。杀青过程的主要生化变化有：

1. 温度和酶：

绿茶在初制中化学组成的变化，同红茶比较，显然小得多。例如红碎茶的初制过程，用高锰酸钾滴定的可溶性多酚类化合物总量一般的减少 35~40% 左右，而绿茶初制一般只减少 10~15% 左右；果胶物质在红茶初制中减少约 50%，而绿茶中变化却不是很大；水浸出物在红茶初制中减少约 15% 左右，在绿茶中只减少 2.4% 左右；叶绿素的破坏形式和程度，芳香物质的组成和含量等，在红、绿茶初制中的变化差异也很明显。因此，反映于这两类茶叶的色、香、味上也就截然不同。为什

么红茶初制中化学组成的变动较大，而绿茶却较小呢？这主要是由于红茶初制时人为地控制工艺条件，使酶类活性增强，在酶性氧化过程中，各种有机化合物特别是多酚类化合物迅速而大量地产生了氧化与缩合，生成多种有色产物，从而形成了红茶的“红汤红叶”。但在绿茶的初制中，则人为地利用高温杀青，“杀灭”酶的活性，而酶类受到了破坏以后，化学物质的转化，如多酚类化合物的转化就不再受酶的催化了，主要沿自动（借空气中的氧）的氧化途径进行，速度缓慢，很难变红。同时，叶绿素酶也受高温所破坏，不能催化叶绿素氧化成醌颜色产物。因此，在正常情况下，叶色仍然呈绿。其它化学成分的变化，也远比红茶小，这就保持了绿茶特有的“清汤绿叶”。所以在茶叶初制开始时，增强还是抑制酶的活性，是决定绿茶品质截然不同的根本原因。破坏酶的活性是形成绿茶品质的关键。千余年来，我国历代劳动人民在茶叶生产上，绿茶杀青由水潦发展到蒸青，由蒸青发展到炒青，都是利用酶的不耐热的特点，创造了品种花色丰富多采的绿茶。

酶的主体是蛋白质，遇高温会凝固变性，这就是酶具有不耐热性的根本原因。但温度对酶具有两重性，即在常温条件下（酶的最适温度以下），温度上升，酶的活性迅速增强，酶催化的生物化学反应速度显著加快；在高温条件下（酶的最适温度以上），温度升高，则以加快酶的钝化速度为主导，酶的活性迅速被抑制，当达到一定的高温时，酶蛋白即发生不可逆变性，酶受破坏，再也不能恢复任何活性。所以绿茶的杀青，就是在不烘焙的原则下，采用高温迅速毁灭酶。如果杀青处理不当，温度太低，不但不能破坏酶的活性，反而会大大促进了酶的催化能力，引起多酚类化合物发生了强烈的酶促氧化，产生红梗红叶，这就是温度对酶的活性具有两重性的具体表现。

茶鲜叶中的主要氧化酶，如多酚氧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶，它们的最适温度在 $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$ 之间。在这个温度条件下，它们的活性最大，催化反应能力最强； $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 时，一般呈钝化状态，即活性被抑制； $80^{\circ}\text{C}$ 以上时，经过短暂时间即发生热变性而活性被毁灭。在这几种氧化酶中，多酚氧化酶

对热最敏感，在高温条件下变性也最快，而过氧化物酶相对稳固些。鲜叶中的另一种酶——抗坏血酸氧化酶，其最適温度是 $35^{\circ}\text{C}$ 。当温度升至 $65^{\circ}\text{C}$ 时，即呈钝化状态。其它酶类如各种水解酶、裂解酶、移换酶、同分异构酶、合成酶等，在高温杀青条件下，活性同样遭受破坏。

据测定，在锅温 $220^{\circ}\text{C}$ 下杀青，鲜叶氧化酶类中最重要的多酚氧化酶和过氧化物酶的活性变化如下表：

表2. 杀青过程两种氧化酶活性的变化

杀青时间 (分钟)	0 鲜叶	1	2	3	4	5	6
平均叶温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	28	61	83	85	66	67	67
多酚氧化酶	100	54	34	5	0	0	0
过氧化物酶	100	55	43	6	0	0	0

(安徽农学院, 1962年)

从上表可见，在锅温 $220^{\circ}\text{C}$ 下杀青，第一、二、三分钟时叶子的平均温度分别为 $61^{\circ}\text{C}$ 、 $83^{\circ}\text{C}$ 、 $85^{\circ}\text{C}$ ，随着叶温的不断上升，两种氧化酶的活性也不断下降；到第四分钟后，活性均消失，虽然过氧化物酶的活性下降速度较多酚氧化酶快些。

在杀青中，如果酶的活性只是受到暂时的抑制，不表现出活动能力，此时若高温条件解除，酶的活性仍能恢复。处于钝化状态的酶，只有随杀青时间的延长或叶温的继续升高，酶彻底凝固变性，才不能再生。因此，杀青时如果温度过高，或温度足够而杀青不透不匀，部分氧化酶的活性虽能受一定温度所抑制，在杀青中不引起明显的酶促氧化作用而致产生红梗红叶，但由于酶还未发展至完全变性，杀青后高温条件解除了，部分活性恢复，在以后工序中仍然会引起催化氧化作用，使一些茶叶产生红变现象，这是值得引以注意的。

## 2. 色素的变化

绿茶的“绿叶”，是该类茶叶中所含色素物质的物理表现。过去人们认为绿茶制造在色泽方面的作用，就在于保持原来的天然色素，以为杀青破坏了酶的活性，烘炒蒸发了水分，就对鲜叶内含色素物质起了完全的“固定”作用。大家知道，没有经过加工的鲜叶，原来具有鲜绿的色泽。然而，绿茶的色泽毕竟同未制造的鲜叶有所不同，同一鲜叶经过不同制法制成各种绿茶，色泽也各有各的特点。这就是说，鲜叶同绿茶所含的色素含量及其组成有差异。当然，由于颜色是一种物理现象，鲜叶通过绿茶工艺，改变了叶子的物理状态，也会相应引起色泽的一定改变。

绿茶的汤色与水溶性色素物质有密切关系，但不同种类的绿茶，水色各有其特点。由此可以说明，初制方法不同，色素物质的变化程度也有差异。

茶鲜叶中的色素，既有脂溶性的叶绿素、胡萝卜素、叶黄素等，又有水溶性的花青素、花黄素等。它们在绿茶初制中的变化，最重要的是叶绿素的破坏和花黄素的自动氧化。

### ① 叶绿素：

叶绿素对绿茶的色泽和叶底影响最大，而对汤色的影响是次要的。叶绿素更不能将茶汤染成绿色，因为它不溶解于水。绿茶的水色是茶汤中各种有色物质综合作用的结果。在正常情况下，最重要的是黄酮类化合物。

在绿茶初制过程中，叶绿素的含量变化是逐渐减少的。根据安徽农学院 1962 年和 1963 年对安徽“屯绿”初制过程叶绿素的含量变化所测定结果，成茶中叶绿素含量仅为鲜叶 39.9 ~ 43.1%，有的达 60.7%，即含量减少幅度在 40 ~ 60%。各工序的含量降低幅度，以干燥过程最大，杀青次之，揉捻更次。见下表 3。



表 3. “屯绿”初制过程叶绿素的含量变化

制造过程 叶绿素 含量变化	鲜 叶	杀青 (5分钟)	揉捻 (40分钟)	炒坯 (65分钟)	辉干 (炒青) (30分钟)	烘干 (烘青) (50分钟)
叶绿素占干物重 %	0.865	0.690	0.623	0.374	0.345	0.360
叶绿素相对含量 %	100.0	79.8	71.6	43.2	39.9	42.8
各工序相对减少 %	100.0	20.2	8.2	28.4	3.3	28.8
每小时相对减少 %	0	202.3	12.3	26.8	6.0	34.5

(摘自《绿茶初制》，浙江农业大学茶叶系，1974年5月)

以上表可见，“屯绿”初制过程各工序叶绿素的相对减少量，杀青中为20.2%，揉捻中为8.2%，干燥中炒青为31.7%，烘青为28.8%。若以叶绿素每小时的含量下降速度而论，则杀青中最快，炒坯中次之，揉捻和辉干过程较慢。

为什么有上述的变化动态呢？这与各工艺阶段的加工条件有关。杀青与炒坯过程，叶子都处于高温水热状态下，而杀青叶温（平均80°C以上）又比炒坯叶温（平均60~70°C左右）高，叶绿素更易受破坏。但因杀青时间短，所以在杀青中叶绿素的破坏总量还不及炒坯中多。揉捻工序虽然叶子含水量也较多，时间比杀青长，但温度低，因而叶绿素的破坏量比杀青和炒坯都少，破坏速度也较前两者慢。辉干过程茶叶中水分已很少，处于干热状态，故叶绿素的破坏量及破坏速度均不及前述几个工艺过程。

杀青过程叶绿素受破坏的原因，主要是在水的参与下，热物理化学作用的结果。因此，叶绿素的破坏取决于受热的高低与时间的长短。一般随温度的提高而加快，随时间的延长而增多。不

同杀青温度叶绿素的含量变化见下表4。

表4. 不同杀青温度叶绿素的含量变化

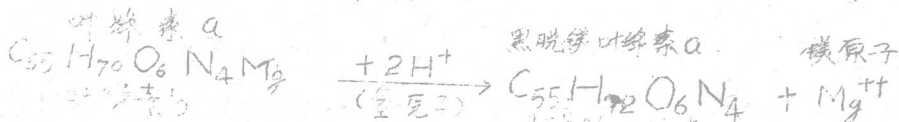
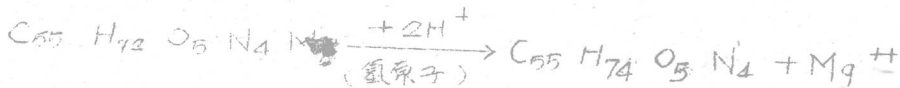
项目 温度	平均叶温 (°C)	以鲜叶含 量为100	杀青叶相 对含量(%)	杀青叶相对 减少量(%)	每分钟相 对减少量(%)
220 °C	81.5	100.0	79.8	20.2	3.3
260 °C	86.0	100.0	68.8	31.2	5.2

(安徽农学院)

鲜叶在加工过程中叶绿素的变化，从分子结构来看，一方面  
是叶绿素分子中的镁核与卟啉环核的氧化降解，导致叶绿素的破  
坏；另一方面是叶绿素分子中的侧链及其官能团的变化，改变了  
叶绿素的理化性质，但都导致色泽的改变。

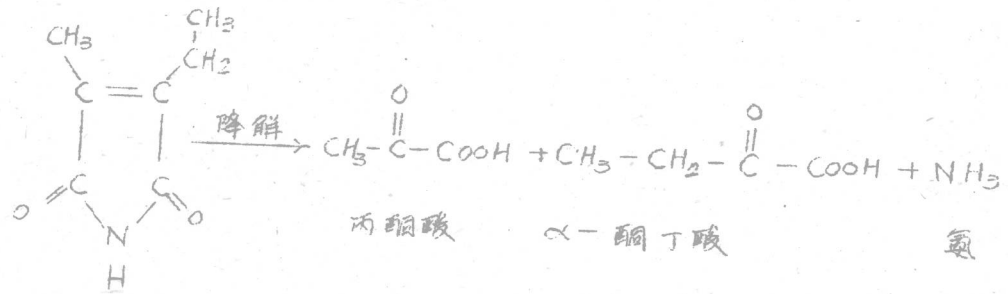
叶绿素是存在于叶细胞内原生质体的叶绿体中。有的呈游离  
态，有的与蛋白质、脂类物质呈结合态，它们的比例随植物的  
年龄不同而有区别。杀青中在热的作用下，叶绿体中的蛋白质发  
生了变性，使原来与蛋白质结合的叶绿素解离出来，加速了叶  
叶绿素的破坏与光学性质的改变。叶绿素破坏以后的产物，对茶叶  
包以深刻的影响。

叶绿素的分子结构中有一个“镁核”。这个“镁核”的镁原  
子如果被氢原子所代替，叶绿素的光学特性即便改变，由原来的  
绿色变为褐绿色或黑褐色。这种变化了的叶绿素，我们叫它做  
“黑脱镁叶绿素”（或称去镁叶绿素），叶绿素在杀青或烘焙中  
破坏的重要形式，就是脱去镁核而形成黑脱镁叶绿素。因在水  
热条件下，这种变化更大。鲜叶在绿茶初制过程中叶色由鲜绿变  
为暗绿，此乃其中重要内因。



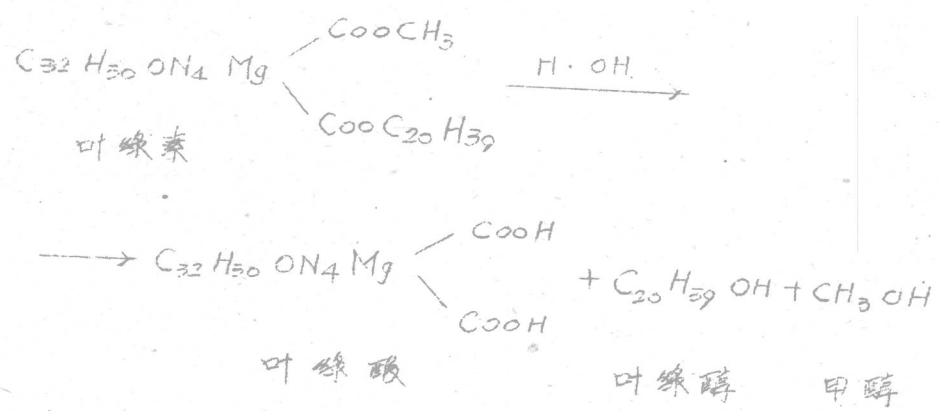
如果杀青闷蒸过久，杀青叶未及时摊凉，或堆放时间过长，烘青过度等，一方面叶绿素a被破坏过多，另一方面产生黑脱镁叶绿素，所以会造成叶色黄暗。然而，人们正是利用叶绿素的脱镁反应，以制造黑茶和老青茶。当然，在黑茶的渥堆和老青茶的闷堆中，变黑、变黄也还有其它原因。

叶绿素的分子结构中有甲烯基，而甲烯基的双键是很容易被氧化的。这种氧化的结果，也导致叶绿素的破坏，得到四个含吡咯环的化合物。如果含吡咯环的化合物又进一步降解破坏，则形成丙酮酸与α-酮丁酸等。



含吡咯环化合物

叶绿素受破坏的另一种形式，是水解成叶绿酸、叶绿醇和甲醇。



叶绿醇是无色油状液体，沸点 145°C；甲醇是无色、具有酒精气味的液体，易挥发，沸点仅为 68.65°C；叶绿酸微溶于水，是一种绿色色素。无论叶绿酸或叶绿醇，以及脱镁叶绿素，它

们如果分别与铜或铁络合时，即生成不溶于水的美青色色素。

根据有关研究资料指出：鲜叶中叶绿素与绿茶中叶绿素的吸收光谱是不同的。绿茶中的叶绿素吸收光谱最大值有向短波方面转移的倾向，而且谱线增加。这就说明，叶绿素结构中的共扼体系有所缩短，叶琳环的侧链及其官能团起了变化。

叶绿素不溶于水，但水解成叶绿酸和叶绿醇后，溶解性改变，由亲脂性变为一定程度的亲水性，因此能部分进入茶汤，成为绿茶水色带绿的构成成分。但目前已知，绿茶汤色的“绿”色物质，其重要部分是黄酮类化合物中，具有高度水溶性并在水溶液呈深黄绿色的两种异芹菜素（5, 7, 4'—三羟基黄酮）衍生物。

鲜茶叶中的叶绿素，有墨绿色（蓝绿色）的叶绿素a和黄绿色的叶绿素b。根据浙农大茶叶系1974年资料所述，鲜叶中叶绿素a与b的比例大约是2:1。叶绿素a比b更容易受水热作用所破坏，所以鲜叶经过杀青，叶绿素a被破坏得多，只剩下约25%，叶绿素b被破坏得少，剩下还有50~60%。因此，杀青后的茶叶，叶绿素a与b的含量大约相近了。由此可见，鲜叶杀青后，一则叶绿素总量减少了，二则叶绿素组成比例也起了变化，便使叶色由鲜绿变成黄绿或暗绿。杀青时间过长或闷炒时间过长，叶绿素a的损失大量增加，叶色就会变黄，这种现象是需要加以防止与克服的。换句话说，当在生产上发现杀青叶呈黄色时，可检查一下，是不是因杀青时间过长或闷杀时间过长的关系。

在红茶初制中，需要大量破坏叶绿素，否则会造成叶底“花青”等；绿茶则相反，初制中应尽量减少叶绿素的损耗，不然会降低品质。

杀青良好，叶绿素破坏得少，叶色绿翠，而色泽绿翠是绿茶品质上所要求。所以加工中必须很好地控制鲜叶的“色变”，尤其是高级绿茶，因高级绿茶特别重视叶底色泽。为此，在生产上，杀青通常应注意的是：锅温不能过高，也不能过低；闷炒时间不宜过长；杀青叶出锅时应立即抖散热气后才摊放，摊叶不得太厚，时间也不可太长；嫩叶切须摊凉后才上揀。

## ② 花 黄 素 :

鲜叶中的花黄素，是一类能溶于水的黄色化合物，目前已发现有 20 左右种，含量约占鲜叶干物质总量的 1~2% 左右。通常所称的所谓多酚类化合物，也包括这一类色素物质。花黄素易自动氧化，所以有人把多酚类分为酶性氧化和自动氧化两部分，而自动氧化部分主要是指这类物质。

花黄素的自动氧化在红茶发酵中占从属地位，它的有色氧化产物与红茶的酶性氧化产物形成“红汤红叶”比较，是次要的。但在绿茶中，花黄素及其自动氧化产物<sup>起较大</sup>对茶区叶底色泽也有一定的影响。鲜叶通过高温杀青，以至于以后的烘炒，在水热条件下，花黄素的自动氧化加速，其氧化产物是橙黄色甚至是棕红的。目前所知，花黄素及其适量的水溶性氧化产物是形成绿茶汤色的重要成分。但其有色氧化产物过多时，同其它色素物质相配合，会给叶底和汤色以暗黄甚至泛红的影响。花黄素在比较成熟的鲜叶（不是粗老叶）中含量较高，所以用较老的叶子制绿茶，工艺掌握不当时，叶底容易出现“枯黄”，汤色也容易带黄，甚至于泛红。

## ③ 其 它 色 素 :

茶鲜叶中的花青素类化合物，它们在杀青及其它工艺过程中几乎无法使其消失或转化为有利于绿茶的品质成分。因此，用花青素含量高的红紫芽叶制成绿茶时，干茶色泽呈乌紫、花杂，叶底呈靛蓝，汤色“泛青”，汤味苦，对绿茶品质很不利。有的茶树，各季鲜叶都有红紫芽叶，这是品种生理特性上的关系，选育上要注意。红紫芽叶通常多出现于幼嫩芽叶，随着叶片的成长而减退或消失，因此对高级绿茶特别不利。从植物生理而论，花青素的形成受遗传、光照、温度等因素的影响，一般夏、秋茶中含量较多。茶树缺乏磷肥，鲜叶中花青素的积累也会增加。总之，红紫芽叶问题首先应在茶树栽培上加以研究解决。红紫色的芽叶是不适宜制绿茶的。

鲜叶中的胡萝卜素和叶黄素，它们在绿茶的初制中有少量或部分的减少。例如 100 克鲜叶干物中含有胡萝卜素 17.5 毫克，

叶黄素 4.5 毫克，制成绿茶后，分别为 15.2 毫克和 2.3 ~ 4.2 毫克。胡萝卜素的减少部分，有的转化成芳香物质，如糠罗酮等。

### 3. 芳香物质的变化

杀青操作时，开始发出刺鼻的青臭气，逐渐发出清香，古时就有“茶坞蒸新，满室香”之句。这是什么原因呢？

绿茶的炒制过程，特别是杀青过程，香气形成的最显著特点是“青气散失，香气显露”。香气的变化过程，既有热物理的作用，也有热化学的作用。

在高温杀青中，鲜叶的水分迅速汽化蒸发，叶子仿佛处于蒸馏的状态。这时鲜叶中原有芳香物质，特别是具有青草气和不良气味为低沸点成分大量挥发或转化，具有芳香的高沸点成分则由此而显露。并且在热物理化学作用下，形成一些新的香气成分。因此，低温闷炒的绿茶，其香气低闷；而高温炒炒的绿茶，则具有清香。杀青不足的叶子往往带有“青气”，就是由于低沸点的青气成分，如低级的醇、醛、酸等没有充分散发与转化的缘故。炒青绿茶香气高于蒸青绿茶，乃因蒸青温度低，时间短，叶子被水蒸气所包围（闷），使青气成分的散发、香气成分的显露和形成都来不及炒青。

绿茶锅炒杀青过程，鲜叶中芳香物质的变化，主要有：

含量占鲜叶芳香物质总量 60% 左右的青叶醇。它有两种构型——顺型和反型。其中顺型占 94 ~ 97%，具有强烈的青草气；反型占 3 ~ 6%，气味芳香。它们的沸点在 150°C 左右，经过高温杀青，两种构型绝大部分都挥发，再经过以后的烘炒，最后只剩微量。而这些微量的存在，与其它高沸点芳香成分相协调，便形成绿茶特有的“清香”。

含量占鲜叶芳香物质总量 15% 左右的青叶醛，同样青气很重。其沸点在 8 ~ 140°C，杀青中绝大部分也已挥发，烘炒时还会进一步散发。

含量占鲜叶芳香物质总量 5% 左右，并且具有不愉快气味的低级醛，如乙醛、异戊醛、丁醛等，沸点在 100°C 以下，受热

几乎全部散失，在绿茶中基本不存在。其它具有青气的成分还有甲酸、正己醇等，沸点低，杀青中也同样挥发。

在杀青中，高沸点（ $200^{\circ}\text{C}$ 以上）的芳香物质，则因青草气物质的散失而透发出来。如具有百合花香或玉兰花香的芳樟醇含量，相对地还有较多的增加。它的含量在鲜叶中占芳香物质总量的2%，但在绿茶中却占10%，对绿茶香气的高低有着较大的影响。又如具有微弱苹果香的苯甲醇，具有微弱洋仙花香的苯丙醇，具有玫瑰香气的香叶醇，以及具有强烈冬青油香气的水杨酸甲酯等，在绿茶中都有相当数量的存在。它们在数量上和比例上的变化，造成人们嗅觉上香气高与低，质量好与差的差异。

杀青过程，在高温高湿条件下，有些青气物质还会发生同分异构化现象。它们往往化学结构稍为改变一下，性质上就会发生根本性的变化，给人以不同的嗅觉感。例如香叶醇，加湿后有一部分会发生分子异构化，由原来的青气变为清香。

绿茶的香气组成成分，目前所知，约有一半以上是鲜叶原有的。而在初制中新形成的成分，已发现有20余种。这些新形成的成分，含量多少不一。杀青中温度对于这些新成分形成过程的激化转化，无疑有一定的影响。但因杀青时间短，大量的形成过程是在于干燥工序。

红茶的香气组成，由于在初制过程伴随着多酚类化合物酶性氧化作用的进行，有一部分醇类和氨基酸等能被氧化转化成醛类。因而醛类成分比较多，绿茶初制因经过杀青，抑制了酶性氧化，醇类等氧化转化受限，醛类成分一般只有物理挥发的损失，较少有新的形成，所以醛类成分较少，而醇类成分较多，绿茶与红茶的香不同，这是其中的主要原因之一。

#### 4. 多酚类的含量变化

在绿茶初制过程中，多酚类化合物的含量变化如下表：

表5. 绿茶加工过程多酚类含量(%)的变化

鲜叶	杀青叶	揉捻叶	干燥叶 (炒青)	备 注
22.3	21.0	19.5	19.0	中国农科院茶研所, 1964年
18.5	17.9	17.5	12.9	湖南农学院, 1964年
19.8	17.7	17.0	16.6	杭州农学院, 1961年

从上表分析资料, 可见绿茶初制过程多酚类含量是逐渐减少的, 杀青及干燥两个工序中减少量较多。在多酚类化合物中, 变化最大的是儿茶素, 据测定一般相对总量的减少20%左右。其中苦涩味较重的酯型儿茶素, 约减少30%左右, 因而使茶汤滋味变得醇和。

在杀青中, 如以鲜叶的多酚类含量为100, 杀青后多酚类相对减少量约5~10%左右。这些减少的多酚类物质到那儿去呢? 它们有的氧化了, 有的转化了, 有的与蛋白质或氨基酸结合了, 都是由于高温和机械的作用, 加速了变化反应的结果。据研究, 在80°C的水溶液中, 酯型儿茶素部分能水解成简单儿茶素和没食子酸。儿茶素的减少部分, 有的反映在汤色、香味中, 有的则反映在叶底上。少量的氧化产物, 是绿茶的黄绿色中黄色物质的<sup>成分</sup>之一。杀青过程, 多酚类的适当减少与氨基酸的含量增加, 调整了两者的比率, 使茶汤变得醇而解爽。

黄酮类物质具有苦涩味, 但在杀青过程的水热作用下, 自动氧化后苦涩味减弱。其它我们在前面“色素的变化”中已有所述。

上述已知, 杀青中多酚类含量有所减少, 而这种适量的减少, 可改善绿茶茶汤的滋味, 尤其对于多酚类含量较高的鲜叶。但是杀青过程多酚类含量的减少是不宜过多的, 特别对于多酚类含量较低的鲜叶, 诸如小叶种或春茶原料。因多酚类中的儿茶素



含量减少太多，必然会降低茶汤的浓度，使滋味变淡薄，收敛性变差。多酚类在杀青中过多氧化成有色产物，还会影响汤色和叶底的色泽，降低绿茶的品质特点。为此，杀青应注意时间不宜过长，闷炒不做太久，以减少儿茶素尤其是简单儿茶素的损失。

5. 其它生化成分的变化

绿茶的杀青过程，其它生化成分的变化如下表：

表6. “屯绿”杀青过程一些生化成分的变化(%)

成分	全氮量	氨基氮	可溶性籽	可溶性果胶	咖啡碱
鲜叶含量	4.675	0.4079	2.228	1.760	3.03
杀青叶含量	4.595	0.5135	2.490	2.068	3.08

(安徽农学院, 1962年)

从上表可以看出，杀青时(锅温 $220^{\circ}\text{C}$ )表中所列成分除全氮量(蛋白质氮为主体)减少外，其它成分都有不同程度的增加。

表中氨基酸增加最多，氨基氮(游离氨基酸)含量增加0.1056%，比鲜叶相对含量增加了25.9%。又据杭州农学院资料，鲜叶氨基氮含量为0.50%，杀青叶增至0.64%，比鲜叶相对含量增加了28%。

表中可溶性籽总量增加0.262%，比鲜叶相对含量增加了11.8%。又据安徽农学院的分析，单籽在鲜叶中含量为0.65%，杀青叶增至0.76%，比鲜叶相对含量增加了20.6%。

表中可溶性果胶含量增加0.304%，比鲜叶相对含量增加了17.2%。又据安徽农对“舒绿”的分析资料，鲜叶中水溶性果胶含量为2.50%，杀青叶增至2.72%，比鲜叶相对含量增加了18.3%。相反，杀青过程原果胶明显减少，如鲜叶含量为7.55%，杀青叶含量减少至5.15%，比鲜叶相对含量