

乌桕果实生长发育的观察及其营养物质积累的分析*

黄惠坤

(广西植物研究所)

OBSERVATIONS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF NUTRITIVE MATERIAL ACCUMULATED IN FRUITS OF *SAPIUM SEBIFERUM*

Huang Hui-kun

(Guangxi Institute of Botany)

乌桕 (*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.) 是我国南方分布和栽培较广的油料树种。乌桕种子含有丰富的油脂, 其油脂是重要的化工原料和传统的出口商品。如能掌握乌桕果实的生长发育及油脂物质积累规律, 在生产上, 可根据不同生长发育阶段采取相应的技术措施, 以达到增产的目的。

为此, 我们从1979年开始对乌桕果实进行定期观测和采样分析。现将试验结果, 作简要的报道, 供有关方面参考。

材料和方法

供试材料为铜锤柏品种。果实系采自桂林市郊区雁山公社枫林大队林场, 用嫁接苗定植5年的幼树。林场的地貌为海拔150米的台地; 土壤为第四纪红土, 基岩为石灰岩; 土层深1米以上, pH值为4.5—5.0, 粘重瘦瘠; 年平均气温19.3℃, 年平均降雨量1947.2毫米; 一般管理水平。

取样方法: 在立地条件相同的地段上, 随机选定3株, 并在规定采期的上午9时, 分别在各株的东、西、南、北四个方向随机采果, 共约350克, 装于棕色有塞的瓶中, 带回实验室后, 剪去果柄, 混匀, 沿对角线取20个果, 分别测定果实、种子和种仁的大小及果皮、蜡壳和种仁各部分的含水率。余样放入冰箱。次日剖离果实各部分后, 于60℃恒温箱中烘20小时, 研碎, 过60目筛备用。

实验方法: 用索氏抽提残渣法测定油脂。同时用烘干失重法测定样品的含水率。因油脂类物质存在时会干扰糖类测定, 故将测定油脂后的残渣, 用索姆吉滴定法** , 分别测定可溶性糖类和淀粉的含量。采用凯氏微量定氮法测定含氮量再乘以蛋白质换算系数(6.25)求得粗蛋白质含量。

结果和讨论

(一) 乌桕果实生长发育的观测

*参加分析工作的还有黄有英、唐润琴。

**江苏省植物研究所, 1979, 1, <植物化学研究资料>。

铜锤柏品种在8月中旬开始抽发春梢，然后迅速伸长成为当年的结果枝。5月上旬春梢顶部开始发育成花序，植株生长中心由营养生长转入生殖生长。5月中旬花序迅速长大，经7—10天雄花开放，再经8—10天雌花开放并完成授粉。6月中旬长成幼果。

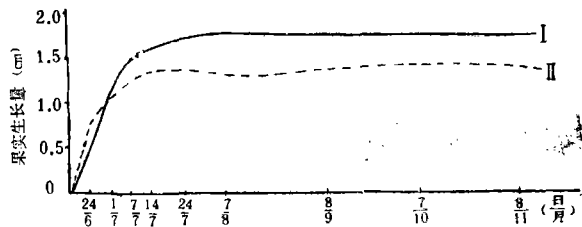
1. 果实的生长 从6月中旬幼果形成后到7月14日幼果的长、宽、厚均迅速增长(图一)。果实生长最旺盛，在一个月內，果实的体积达到果实定型后体积的88.20%，因此，这个时期是决定果实体积大小的一个关键时期。7月下旬果实体积逐步趋于定型。

2. 种子的增长 乌柏种子的长、宽、厚随着果实体积的增大而迅速增长(图二)，到7月14日种子的体积达到种子定型后体积的91.93%。这时期种子体积也趋于定型，开始形成种壳和蜡皮。

3. 种仁的增长 当乌柏幼果体积增长到一定程度，到6月24日左右才分化出一液泡状的种仁，从液泡状种仁的出现到7月7日，体积增长较快(图三)。7月7日至7月24日种仁的长、宽、厚均增长缓慢。8月1日以后长生长速度加快，当长增长速度随种子生长趋于停止而变缓时，宽和厚增长速度才明显加快。到9月8日长和厚就停止增长，而宽增长持续到10月7日。

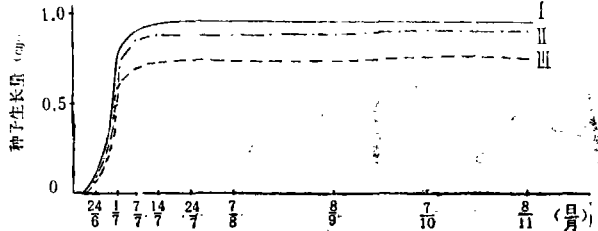
(二) 乌柏果实生长发育过程的重量变化

1. 果实的鲜重 从6月中旬到7月中旬，是果实及其果皮、蜡壳的鲜重急增时期(图四)。此时期果实及其果皮和蜡壳的鲜重均分别达到其最大重量的84.89%、77.96%和100%。蜡壳鲜重从



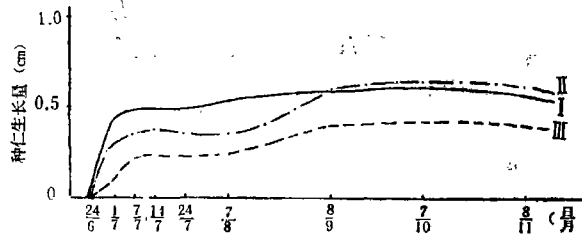
图一 果实增长情况

I 宽、厚(平均)增长; II 长(平均)增长。



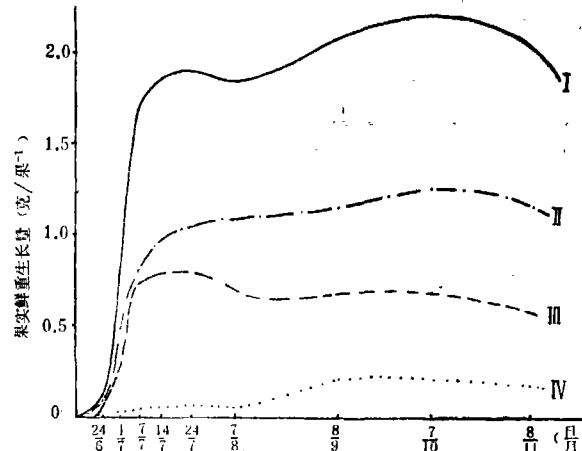
图二 种子增长情况

I 长(平均)增长; II 宽(平均)增长; III 厚(平均)增长。



图三 种仁增长情况

I 长(平均)增长; II 宽(平均)增长; III 厚(平均)增长。



图四 果实及其各部分鲜重增长情况

I 果实(平均)增长; II 果皮(平均)增长; III 蜡壳(平均)增长; IV 种仁(平均)增长。

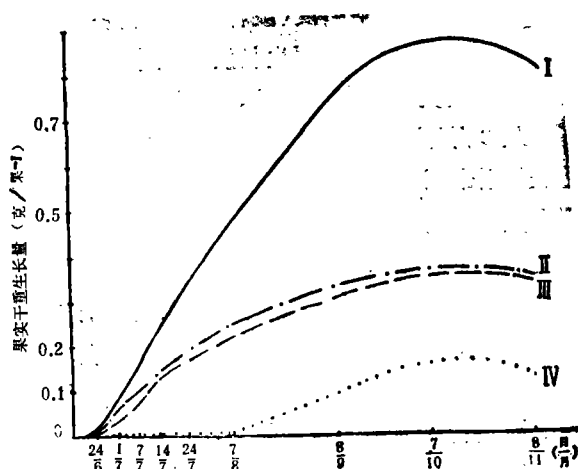
7月中旬以后, 由于种壳开始木质化而失水下降, 到8月中旬后由于蜡皮加厚, 鲜重有所回升, 然后随着果实接近成熟而鲜重渐降。7月24日至8月7日种仁鲜重增长缓慢, 随后逐步加快, 并在9月8日达到高峰, 随着接近成熟时又稍有下降。

2. 果实的干重 果实及其各部分干重增长和其他植物的果实干重增长曲线相一致, 表现为S形曲线(图五)。

3. 果实含水量的变化 乌桕果实各部分的含水量随着不同生长发育期而发生变化(表1)。含水量随着鲜重的增长而增加, 10月7日果皮的鲜重达到最大, 此时果皮中的含水量也最高; 7月14日蜡壳的鲜重和含水量同时达到最高量; 9月8日种仁含水量和鲜重也同时达到最高峰。随着蜡壳的脂肪和种仁的油脂及蛋白质积累量增加含水率便逐步降低。

(三) 乌桕果实不同生长发育期的醌类、蛋白质及油脂的积累动态

1. 果皮 从表2中看出, 当幼果形成后, 果皮内醌类、蛋白质含量均约为果实干重的10%左右, 随着果实体积增大, 可溶性糖类迅速增加, 7月上旬达高峰16.57%, 然后随着果实发育成熟, 到11月8日而下降到最低量2.33%; 到果实进入成熟期淀粉积累稍有增加, 达到13.01%, 蛋白质含量稍有下降, 达到8.92%; 油脂含量在整个果实生长发育期中变化不大。似乎表明, 果皮在果实生长期所含的可溶性糖类是供其生命活动的需要, 而不是供积累淀粉、蛋白质和油脂的需要。因此, 果皮不是积累场所, 其所含的淀粉、蛋白质和油脂可能只是作为果皮的构成成分而已。



图五 果实及其各部分干重增长情况

I 果实(平均)增长; II 果皮(平均)增长;
III 蜡壳(平均)增长; IV 种仁(平均)增长。

表1 果实各部分水分变动情况

采期 (月, 日)	含水量(克/果 ⁻¹)			含水率(%)			
	果皮	蜡壳	种仁	果皮	蜡壳	种仁	仁
6, 24	0.0345	0.0190	0.0022	74.18	87.52	88.84	
7, 1	0.3927	0.3233	0.0294	83.76	89.41	91.37	
7, 7	0.7107	0.6629	0.0503	87.06	89.89	92.77	
7, 14	0.8265	0.6718	0.0504	85.21	83.17	93.11	
7, 24	0.8725	0.6217	—*	82.81	77.96	—	
8, 7	0.8366	0.4503	0.0519	76.83	68.70	86.81	
9, 8	0.8319	0.3965	0.1238	72.23	57.70	57.94	
10, 7	0.8927	0.3407	0.0603	71.13	49.38	27.86	
11, 8	0.8248	0.2237	0.0493	70.11	39.25	26.26	

*缺样下同。

表2 果皮内营养物质变化情况

采期 (月, 日)	可溶性糖类 (%)	淀粉 (%)	粗蛋白质 (%)	油脂 (%)
6, 24	10.78	10.01	10.74	2.80
7, 1	11.98	9.75	8.76	2.63
7, 7	16.57	7.79	8.22	1.60
7, 14	14.10	12.24	8.24	2.37
7, 24	8.92	10.51	9.05	2.38
8, 7	4.51	12.35	9.21	1.51
9, 8	3.01	12.42	10.81	2.00
10, 7	2.09	8.21	12.74	2.07
11, 8	2.33	13.01	8.92	1.14

2. 蜡壳* [包括蜡皮(假种皮)和种壳(种皮)]。乌柏果实不同生长发育期中,蜡壳内营养物质变化很大(表3)。

从6月下旬至7月中旬是果实体积急剧增长期(图一),在此期间内,蜡壳内醣类、蛋白质和水分含量均先后分别达最高。9月上旬脂肪的积累速度加快。到11月8日进入果实成熟初期,脂肪含量达到32.07%**。这时蜡壳内的水分、醣类和蛋白质含量均降到最低。这说明果实生长期蜡壳积累的有机物质在后期转化为脂肪积累起来。

3. 种仁 乌柏种仁在不同生长发育期中,其营养物质也按一定规律变化(表4)。醣类含量在果实生长期中,迅速增加到高峰,然后随着种仁的生长发育、油脂和蛋白质含量的增加而下降。到11月8日种仁内可溶性糖和淀粉从18.09%降到2.24%和从17.23%降到1.78%,即分别下降了87.62%和89.67%。因此,乌柏种仁在成熟过程中,其内部营养物质最终转化为油脂和蛋白质。由此表明果实生长发育前期种仁内大量积累醣类。这些醣类除了供应生命活动的消耗外,最终转变为油脂和蛋白质。

表3 蜡壳内营养物质变动情况

采期 (月,日)	含水率 (%)	可溶性 醣类(%)	淀粉 (%)	粗蛋白质 (%)	脂肪 (%)
6,24	87.52	3.44	10.86	—	2.41
7,1	89.41	15.72	13.85	8.93	3.03
7,7	89.89	7.36	—	8.08	4.85
7,14	83.17	5.21	18.34	5.82	—
7,24	77.96	3.07	15.49	5.23	—
8,7	66.70	1.79	10.69	4.68	—
9,8	57.70	0.96	8.48	4.53	13.98
10,7	49.38	0.52	6.48	3.01	29.92
11,8	39.25	0.36	6.46	1.89	32.07

表4 种仁内营养物质变动情况

采期 (月,日)	可溶性糖 (%)	淀粉 (%)	粗蛋白质 (%)	油脂 (%)
6,24	1.38	14.10	—	1.14
7,1	15.04	17.23	5.85	12.86
7,7	18.09	—	—	13.10
7,14	—	—	—	12.03
7,24	—	12.78	10.22	—
8,7	5.21	7.20	—	—
9,8	4.24	3.48	22.34	49.05
10,7	2.58	2.37	26.98	53.88
11,8	2.24	1.78	17.57	64.10

小 结

1. 乌柏果实生长发育大体可划分成果实生长期、种仁生长发育期和果实成熟期(即蜡壳和种仁油脂积累时期)。

果实生长期(6月中旬至7月中旬):此时期是从授粉到幼果增长至体积基本定型。

种仁生长发育时期(7月下旬到9月初):此时期是果实体积定型到种仁长大并开始积累油脂。这个时期种壳继续木质化,纤维化,硬度加大,并开始变黑色。种仁发育速度加快,并开始转入积累油脂等物质的阶段,果实重量迅速增加,果实生长中心由蜡壳转移到种仁的生长发育。

果实成熟期(9月至11月下旬):这个时期果实各部分的含水量继续下降,蜡壳和种仁内醣类转化成油脂(种仁内醣类也同时转化成蛋白质)。因此油脂含量急增,果实的生长转入到在种壳上积累蜡层,在种仁中积累油脂及蛋白质。

2. 在种子成熟过程中,种仁的醣类含量下降,而油脂和蛋白质含量增高,这与一般油料作物种子或果实营养物质积累过程相同;但蜡壳的醣类和蛋白质含量均同时下降,而在种

*因假种皮和种皮不宜分别实验而一起取样。 **供试样品的最高量。

壳表面逐步积聚一层固体脂, 这又与一般油料作物种子不同。

乌桕果实及其各部分干重增长动态也和其他植物有机体积累规律一样, 表现为 S 形曲线。

3. 乌桕果实生长发育前期醣类含量的高低, 不仅直接影响果实和种子体积的大小, 而且也直接影响到后期油脂积累的多少。前期植株体内营养的好坏, 又影响到前期醣类的含量, 进而影响到后期油脂产量的高低。因此, 在开花前(3—4月, 最迟5月初)应该全面中耕除草, 重施有机肥料(埋施, 并配合施磷肥)一次, 这是保证乌桕获得优质高产的重要经营技术措施。

4. 从乌桕果实油脂积累进程来看, 在10月7日到11月8日积累速度仍较快, 一个月內蜡壳中增加脂肪3.15%, 种仁中增加油脂10.22%。由此看来在桂林地区于11月初果实仍未达到完全成熟, 油脂可能尚有一段积累时间。可惜本试验因其他原因, 仅做到11月8日为止, 到底何时才基本停止积累, 适于采收, 尚待进一步研究。

5. 乌桕果实蜡壳中的蛋白质含量随脂肪积累而下降, 而种仁蛋白质含量到果实接近成熟时也有降低趋势。从这种情况看, 蛋白质是否有可能分解成有机酸后, 有部分转化成油脂积累起来? 这个问题有待进一步研究。

主要参考文献

- (1) 南京林学院树木生理生化教研组编, 1964: 植物生理学, 101—111页。农业出版社。
- (2) 轻工业部食品工业科学研究所分析研究室编, 1964: 农副产品及野生植物主要成份分析法, 23—142页。中国财政经济出版社。
- (3) 中国科学院林业土壤研究所植物室植物化学组编, 1980: 东北油脂植物及油脂成分测定法, 辽宁人民出版社。
- (4) B. JI. 克列托维奇著, 1958: 植物生理化学基础, 21—127页。高等教育出版社。
- (5) (美国) B. 胡希 C. I. 米勒 T. W. 比尔斯合著, 1979: 测树学, 农业出版社。