

甘蔗育苗移栽的研究

——甘蔗叶龄、酶活性与移栽后生长关系的研究

龙永惠* 戚经文 苏广达

(农 学 系)

提 要

甘蔗 (*Saccharum officinarum* L.) 不同叶龄蔗苗体内抗坏血酸氧化酶 (Ascorbic acid oxidase)、多酚氧化酶 (Polyphenol oxidase)、过氧化氢酶 (Catalase) 的活性与蔗苗移栽后一段时间内的生长恢复状况有关。不同叶龄蔗苗之间酶的活性及生长反应差异显著, 酶活性与蔗苗移栽后的回青时间, 地下部茎径及株高增长量有密切相关, 叶龄较小的蔗苗体内酶活性较强, 移栽后蔗苗回青较快、滞长期较短, 两个月内的株高增长量以及地下部茎径也较大。讨论了甘蔗育苗移栽中移栽叶龄选择的意义。评价了选用2至3叶龄蔗苗移栽所具有的优越性及其局限性。

前 言

甘蔗育苗移栽作为一项甘蔗栽培技术措施在我国已有悠久的历史。早在三百多年前已有较完整的文献记载^[1]。解放前, 我国一些蔗区仍有零星采用育苗移栽的方法^[2]。解放后, 我国一些科研单位曾把甘蔗育苗移栽作为提早春植蔗植期的措施而加以试验研究, 初步看到增产节种的效果^[3]。近年来, 甘蔗育苗移栽这一栽培技术措施在我国广大蔗区对提高土地生产率所具有的多种优越性已越来越为人们所认识, 其增产、早熟、节种效果也已为各地蔗区的试验及生产实践所证明^{[4][5][6][7][8][9][10][11]}。在印度北方, 利用薄膜育苗移栽证明是解决该地甘蔗种苗萌发率低的一个有效方法^[12]。美国夏威夷也曾进行过甘蔗育苗移栽的研究, 后来因机械化方面的问题未能解决而放弃了^[13]。

甘蔗育苗移栽的增产效果主要是通过延长甘蔗有效生长期和较好地保证全苗、齐苗而达到的。与直接下种方法相比, 一般的育苗移栽方法, 存在着起苗移栽及由此而引起的移栽后存在程度不同的滞长期问题。甘蔗育苗移栽能否收到预期效果, 在很大程度上取决于蔗苗移栽后的成活率高低及滞长期长短。为此, 围绕如何提高移栽成活率及最大限度地缩短滞长期这一问题, 不少科研单位和生产单位均进行了栽培试验与实践, 并初步总结出一套从育苗到移栽的有关技术措施, 但对于移栽叶龄的选择, 则存在各种不同的看法^{[2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][13]}。由于移栽叶龄选择、不仅与移栽成活率及栽后生长恢

* 1978—1981研究生

复状况有密切关系,而且与育苗期的确定、苗期管理时间的长短也有直接关系,因此研究甘蔗不同叶龄移栽后的生长反应差异及其原因,对甘蔗育苗移栽技术的推广与发展有现实的意义。目前,关于甘蔗不同叶龄蔗苗,在生理方面的差异的试验研究,国内外尚少报道有,关甘蔗生理的论著对此也少提及^{[14][15]}。本文就不同叶龄蔗苗有关酶的活性及其对移栽后蔗苗生长恢复的影响进行研究,为综合考虑甘蔗育苗移栽的最适叶龄选择,提供理论与实践依据。

材 料 与 方 法

本研究分别于1980年春、秋及1980年冬至1981年春,前后三次在本院实验农场进行试验。甘蔗品种为台糖134(F134),取蔗茎中上部单芽育苗移栽。

(一)育苗 1. 1980年3月8日作一批催芽露地育苗, 2. 1980年秋不催芽露地育苗,从8月4日至9月1日共分五批育苗。3. 1918年春催芽薄膜育苗,从1980年12月30日至1918年2月20日共分五批育苗。上述育苗均于齐芽期施化学氮肥一次。

(二)酶活性测定 分别对1、2、3、4、5这五种叶龄蔗苗测定其抗坏血酸氧化酶、多酚氧化酶、过氧过氢酶的活性,按普通植物生理学实验方法进行^[16]。选取每一种叶龄生长均匀的蔗苗15株,取其+1叶片(即最高可见肥厚带之叶片)剪碎混匀后即用于酶活性测定。

(三)移栽 经过剪叶测定酶活性的每一蔗苗编号,洗去根部泥土,记录苗根数、株高,然后移栽,重复两次。1980年秋育苗的于9月18日移栽,移栽时剪去三分之一的叶片。1981年春育苗的于3月26日移栽,移栽时无剪叶。1980年春育苗的只作酶活性测定,没有进行移栽。

试 验 结 果

(一) 蔗苗叶龄与体内酶活性之间的关系 酶活性测定结果如表1, 2, 3, 经变量分析(F检验)表明:不同叶龄的蔗苗,其体内抗坏血酸氧化酶、过氧化氢酶活性差异极显著;多酚氧化酶活性差异显著。不同叶龄蔗苗之间酶活性差异的显著性检验(t检验)表明:1、2叶龄蔗苗的抗坏血酸氧化酶活性显著高于1、2、3叶龄的,1、2、3叶龄蔗苗的多酚氧化酶活性均高于4、5叶龄,以2叶龄的最为显著,1、2、3叶龄蔗苗的过氧化氢酶活性均显著高于4、5叶龄。

若把不同叶龄蔗苗的三种酶的活性作一比较(图1),不难看出,在1至5叶龄范围内,抗坏血酸氧化酶和过氧化氢酶活性随叶龄的增长而显著下降,多酚氧化酶活性也有类似的趋向。也就是说,酶活性与叶龄存在一定的相关关系。相关系数显著性检验结果表明:抗坏血酸氧化酶活性与叶龄相关显著($r = -0.956^*$);过氧化氢酶活性与叶龄相关极显著($r = -0.997^{**}$)。

(二) 不同叶龄蔗苗移栽与移栽后生长的关系 不同叶龄蔗苗移栽后回青(以长出第一片新叶为准)所需的时间、移栽后两个月内株高增长量、地下部第6—10节间

表 1 不同叶龄蔗苗抗坏血酸氧化酶活性*

育苗季节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年春	0.11	0.10	0.05	0.06	0.06
1980年秋	0.19	0.15	0.10	0.07	0.06
1981年春	0.16	0.12	0.09	0.06	0.06
平 均	0.153	0.123	0.080	0.063	0.06

* 单位: 毫克抗坏血酸/克鲜重·分钟

表 2 不同叶龄蔗苗多酚氧化酶活性*

育苗季节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年春	0.91	1.03	0.62	0.59	0.76
1980年秋	1.54	1.81	1.36	1.21	0.95
1981年春	1.59	1.70	1.63	1.55	1.50
平 均	1.35	1.51	1.20	1.12	1.07

* 单位: 毫克抗坏血酸/克鲜重·分钟

表 3 不同叶龄蔗苗过氧化氢酶活性*

育苗季节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年秋	7.82	7.48	7.14	5.95	4.76
1981年春	6.46	5.44	4.42	3.74	3.06
平 均	7.14	6.46	5.78	4.85	3.91

* 单位: 毫克过氧化氢/克鲜重·分钟

(以蔗苗第一片完全叶着生节之节间为第一节间, 以此类推)的平均茎径这三种反映移栽后蔗苗生长恢复状况的参数列于表 4、5、6。变量分析及差异显著性检验结果表明, 不同叶龄蔗苗移栽后回青所需天数、株高增长量、地下部茎径的差异极显著, 1、2、3 叶龄蔗苗移栽两个月后的株高增长量及地下部茎径均显著大于 4、5 叶龄移栽的, 而回青所需天数则显著少于 4、5 叶龄移栽的。

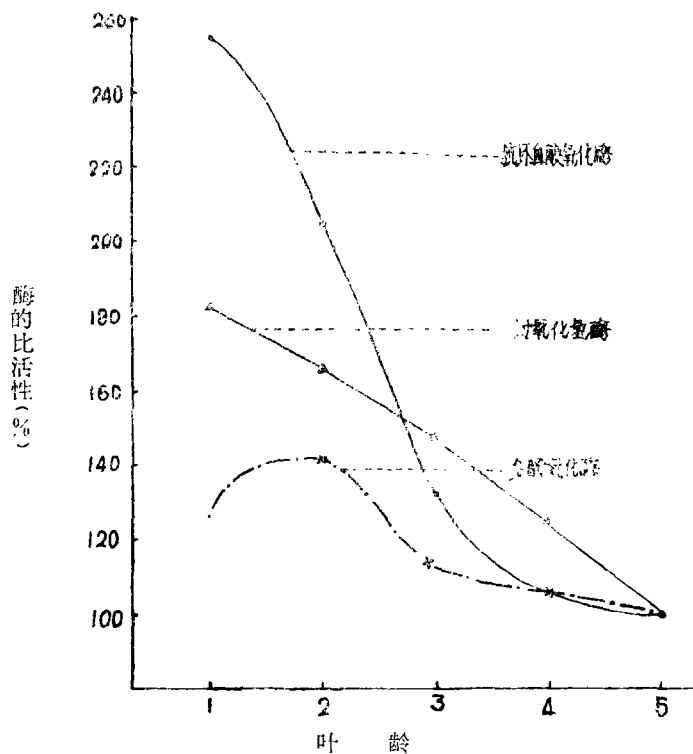


图1 蔗苗酶活性随叶龄增长的变化 (图中酶的比活性以活性最低者为100%)

表4

不同叶龄蔗苗移栽后回青所需天数

移栽季节	叶龄				
	一	二	三	四	五
1980年秋	12	11	13	21	24
1981年春	14	15	15	21	22
平均	13	13	14	21	23

表5

不同叶龄蔗苗移栽后两个月的株高增长量

单位: 厘米

移栽季节	叶龄				
	一	二	三	四	五
1980年秋	13.6	16.2	14.1	9.2	7.9
1981年春	18.4	20.0	18.3	13.8	10.7
平均	16.0	18.1	16.2	11.5	9.3

表 6

不同叶龄蔗苗移栽后地下部茎径

单位：厘米

移 栽 季 节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年秋	1.73	1.69	1.56	1.41	1.34
1981年春	1.55	1.49	1.36	1.31	1.18
平 均	1.64	1.59	1.46	1.36	1.26

把不同叶龄蔗苗移栽后的生长恢复状况加以比较（图 2），可以看到在 1 至 5 叶龄范围内，随着移栽蔗苗叶龄的增加，蔗苗回青所需时间显著增加，地下部茎径显著减少。移栽叶龄与蔗苗移栽后的生长反应相关关系的相关系数显著性，检验结果表明：移栽叶龄与回青时间相关显著（ $r = 0.919^*$ ）；与地下部茎径相关极显著（ $r = -0.994^{**}$ ）。

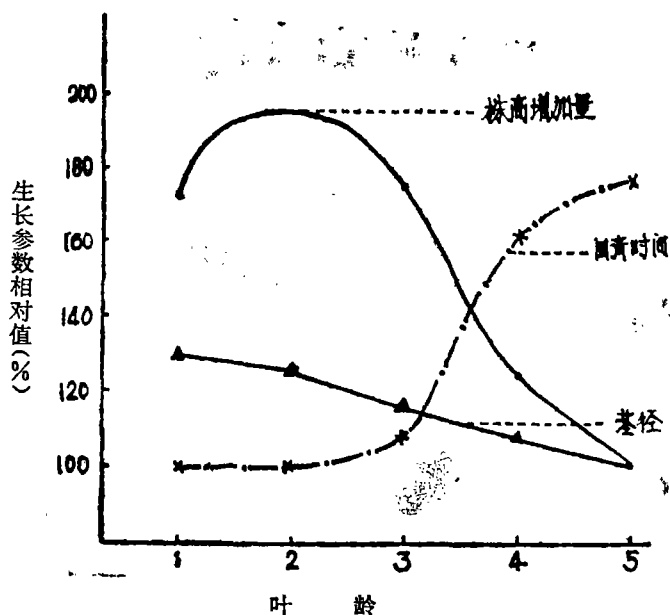


图 2 移栽叶龄与蔗苗移栽后生长恢复的关系
(生长参数相对值以数值最低为 100%)

(三) 蔗苗酶活性与移栽后蔗苗生长反应的关系 图 1 与图 2 比较，可以看到不同叶龄蔗苗体内的三种酶活性与移栽后的三种生长参数有密切相关。表 7 列出了检验它们之间相关程度的结果，表明蔗苗移栽后，回青时间与过氧化氢酶活性相关显著；株高增长量与多酚氧化酶、过氧化氢酶活性相关显著；地下部茎径与抗坏血酸氧化酶、多酚氧化酶活性相关显著；与过氧化氢酶活性相关极显著。

(四) 不同叶龄蔗苗所需育苗时间及苗根发生情况的比较 不同叶龄的蔗苗所经历的育苗时间不一样，而同一叶龄的也因育苗的季节、气候不同而有较大的差异（表

表 7 蔗苗酶活性与移栽后生长反应相关系数显著性检验结果

酶	生 长 反 应		
	回 青 时 间	株 高 增 长	地 下 部 茎 径
抗坏血酸氧化酶	$r = -0.812$	$r = 0.749$	$r = 0.947^*$
多酚氧化酶	$r = -0.834$	$r = 0.882^*$	$r = 0.890^*$
过氧化氢酶	$r = -0.940^*$	$r = 0.894^*$	$r = 0.994^{**}$

• 5%显著平准; •• 1%显著平准

表 8 不同叶龄蔗苗的育苗天数

育 苗 季 节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年春	38	51	61	70	77
1980年秋	17	24	31	38	45
1981年春	34/13*	47/18*	58/29*	71/42*	86/46*

• 复盖薄膜的天数。

表 9 不同叶龄蔗苗的苗根条数

育 苗 季 节	叶 龄				
	一	二	三	四	五
1980年春	0	3.2	5.6	6.2	12.7
1980年秋	0	2.6	4.6	6.0	10.2
1981年春	0	3.0	5.2	7.1	11.4

8)。但只要是同一叶龄的蔗苗,其苗根发生数量的差异却相对少得多(表9)。并可以看到,幼苗(品种台糖134)长到2至3片叶时苗根已长出。

(五) 不同叶龄蔗苗移栽后生长速的变化 不同叶龄蔗苗移栽后两个月内每隔10天记录一次株高生长量列于表10,从表中可以看到,不同叶龄蔗苗移栽后的生长速差异,主要出现在移栽后的两个月内,此后不同叶龄移栽的蔗苗生长速渐趋一致。

尽管不同叶龄蔗苗移栽后两个月的株高增长量,以1、2、3叶龄显著大于4、5叶龄,但由于叶龄小移栽时的植株矮,因而在移栽两个月后,2、3、4、5叶龄移栽的蔗苗到那时的株高差异不大,一叶龄的株高偏矮,是由于其移栽时株高显著矮小所致。

表10

不同叶龄蔗苗移栽后生长速的变化

移栽后天数	叶		龄		
	一	二	三	四	五
1—10	0.2	0.3	0.1	0	0
11—20	0.8	0.7	0.5	0.1	0
21—30	1.8	2.0	1.7	0.2	0.1
31—40	3.0	4.0	3.0	1.8	0.8
41—50	4.5	5.3	5.1	3.8	3.0
51—60	5.7	5.8	5.8	5.6	5.4
第60天的株高	25.5	30.4	30.8	30.4	31.1

注：表中数值为1980年秋和1981年春两次试验的平均值，单位为厘米/10天。

讨 论

Alexander曾指出甘蔗品种的磷酸化酶和多酚氧化酶等酶的活性与甘蔗产量相关^[18]；Ali和singh也曾观察到甘蔗呼吸作用及过氧化氢酶活性与甘蔗产量密切相关^[20]。关于甘蔗幼苗期酶的活性变化的研究尚少见报道。本文对不同叶龄蔗苗与抗坏血酸氧化酶、多酚氧化酶、过氧化氢酶的活性及移栽后蔗苗生长反应这三者之间的关系，研究表明，在甘蔗幼苗分蘖前的生长阶段范围内，叶龄、酶活性及蔗苗移栽后的生长反应之间存在着密切的相关。据报道，末端氧化酶除细胞色素氧化酶之外，还有抗坏血酸氧化酶，多酚氧化酶^[18]。所以后两者活性的高低，也可以从一个侧面反映蔗苗当时体内呼吸代谢强度的大小。蔗苗移栽后要尽快恢复正常生长，首先要解决由于育苗而引起水分收支不平衡问题（移栽时剪除部分叶片，正是人为的减少水分蒸腾损失的措施之一），因此，除了移栽时多少受到损伤的旧根必须保持或恢复吸收机能外，尽快生长吸收力强的新根显得更为重要，而这些都是以呼吸代谢为基础的。另一方面，伴随着酶促生物氧化的过程，氧在生物体内的还原途径，大量是通过直接生成水或过氧化氢的途径，而过氧化氢是对有机体有潜在毒害作用的活性物质之一，过氧化氢酶则通过催化过氧化氢分解成水和氧而解除其毒害作用，使有机体得以保持正常的生理机能^[15]。由此认为：不同叶龄蔗苗体内氧化酶及过氧化氢酶活性的差异，反映了不同叶龄蔗苗生活力的差异，这种差异很可能是造成蔗苗移栽后，在一段时间内生长恢复表现不同的一个重要内因。另外，从移栽后蔗苗体内水分平衡的角度来说，不同叶龄蔗苗的蒸腾面积的差异（尽管这种差异在移栽时经剪叶面会有所减小），也对蔗苗移栽后的生长反应有一定的影响。故此，对甘蔗育苗移栽提出移栽叶龄的选择，不是没有根据的。

延长甘蔗有效生长期，保证蔗苗齐、全、壮是甘蔗育苗移栽能普遍获得早熟、增产的一个重要原因。蔗苗移栽后成活率的高低，滞长期的长短，对蔗苗的齐、全、壮以及生长期的实际延长都直接有关，因而也就直接影响到甘蔗育苗移栽的成功与否。本试验的结果表明，叶龄较小的蔗苗其体内氧化酶、过氧化氢酶的活性较强，移栽后的生长恢

复较好,这对甘蔗育苗移栽时适当地选择较小叶龄蔗苗进行移栽是有一定的参考价值的。叶龄较小的蔗苗,移栽后较快地恢复正常生长,这对提高蔗苗移栽成活率、保证苗齐、苗壮都很重要。叶龄较小的蔗苗移栽后地下部茎径较粗,对培育壮苗有利,对以后蔗茎的伸长与增粗、对分蘖的壮旺都有着良好的影响,同时对根系的发育以及抗风防倒也有着良好的效应,对次年的宿根蔗生长也必然会带来好处。

有关不同叶龄蔗苗移栽对甘蔗产量的影响,报道甚少,但综合不少蔗区在生产上所采用不尽相同的移栽叶龄所收到的实际效果来看,用节间尚未明显伸长的不同叶龄蔗苗移栽,与同移栽期直接下种的方法相比,都能收到程度不同的早熟、增产、节种的效果^{[2][3][5][8][9][11]}。本试验只从蔗苗移栽后的生长恢复状况的角度,考虑移栽叶龄的选择。结果表明,在1至5叶龄蔗苗,叶龄小者生活力强,移栽后生长恢复快,随着叶龄增大,蔗苗生活力减弱,移栽后生长恢复减慢。尽管不同叶龄蔗苗移栽两个月后株高差异不大,而地下部茎径则以叶龄小者为粗。这是在1至5叶龄蔗苗的情况,如果移栽的叶龄更大,可能上述的现象将会更为明显,亦即移栽叶龄越大,移栽后的生长恢复越迟缓。因为叶龄越大,蔗苗在苗床的时间将越长,而在苗床中生长过久,对蔗苗素质的影响终究是不利的。同时蔗苗叶龄越大,根也就越多,且又生长在高密度的苗床上,因而起苗分株移栽时,所造成的植伤程度也将更严重。所以一般说来,春植蔗采用一般的育苗移栽方法时,选择较小的叶龄移栽,对于提高甘蔗育苗移栽的增产效果可能更有保证。另一方面,考虑到不同叶龄蔗苗所需育苗管理时间长短不同,冬春育苗时,使用薄膜所需时间多少也不同,因而春植蔗实行一般的育苗移栽,选择二至三片叶的移栽叶龄,蔗苗活力较强,苗根开始长出,移栽时植伤较小,这样既能提高移栽成活率,缩短滞长期,移栽时蔗苗也已有一定的高度,利于发挥甘蔗育苗移栽、提早植期、延长有效生长期,保证蔗苗齐、全、壮同时又可以减少育苗用工,提高冬春季节中薄膜的利用率,从而降低生产成本。

甘蔗育苗移栽的最适移栽叶龄选择并不是绝对的,它将受到多种因素的影响。对不同叶龄蔗苗的移栽、如能配合相应的栽培管理措施,都有获得成功的可能。本文的研究仅为目前甘蔗生产较为广泛应用的冬春育苗移栽,进行移栽叶龄选择,提供一些理论与实践的依据。

参 考 文 献

- [1] 宋应星,1976,《天工开物》,上卷:第六卷〔明崇祯十年(1637)〕广东人民出版社。
- [2] 福建龙溪地区蔗麻类研究所,1975,不带土育苗移植,《甘蔗糖业》甘蔗分刊,1。
- [3] 广东甘蔗糖业食品研究所耕作土肥专题,1976,甘蔗育苗移栽技术的研究,《甘蔗糖业》甘蔗分刊,5。
- [4] 广东省甘蔗育秧移栽学习班简报,1976,大力推广育秧蔗,《甘蔗糖业》甘蔗分刊,6。
- [5] 福建农学院作物栽培教研组,1978,甘蔗育苗移栽的研究,《甘蔗糖业》甘蔗分刊,2。

- [6] 陈代华, 1978, 麦地甘蔗育苗移栽试验, 《甘蔗糖业》甘蔗分刊, 5。
- [7] 戚经文、苏广达等编1979《甘蔗》, 109—111页, 广东科技出版社。
- [8] 邓绍同, 1979, 《甘蔗新法育秧》, 农业出版社。
- [9] 周可涌, 1980, 甘蔗育苗移栽的理论和实践, 福建农学院学报, 1。
- [10] 山东农学院等, 1980, 《植物生理学实验指导》, 山东科学出版社。
- [11] 霍润丰, 1980, 甘蔗塑料薄膜育苗移栽在桂林地区的应用研究, 《甘蔗糖业》甘蔗分刊, 3。
- [12] 1980, 《甘蔗糖业》甘蔗分刊 3。
- [13] 张琼姿、翟金青, 1980, 甘蔗育苗移栽的研究, 《甘蔗糖业》甘蔗分刊 6。
- [14] 王鉴明, 1980, 《甘蔗栽培生理》, 农业出版社。
- [15] A.怀特, P.汉德勒, E.L.史密斯 1973 生物化学原理(中册) 张澄波等译, 1979, 223—225。科学出版社。
- [16] 马场赳, 1962, 《水稻的生理》, 吴尧鹏译, (1976) 上海人民出版社。
- [17] Panje, R.R. and P.S., Gill, 1963 The I.I.S.R. "Polythene" nursery system of Sugar cane planting, Indian Sugar 1963, 12. 737—742 (I.S.J. Vol. 66 : No. 782. P39)
- [18] Alexander, A. G., 1967 Evaluation of sugar-enzyme relationships among twelve Puerto Rico sugar cane Varieties, J. Agric. Univ P.R. 51(1) 29—38. (Chem. Abst. 66 : 73241b.)
- [19] Alexander, A.G., 1973 Sugarcane Physiology Elsevier scientific publishing company, Amsterdam—London—New York 1973.
- [20] Ali, A. and R.G. Singh 1974 Some observations on the relationship of cane yield with vespiration and catalase activity. Proc. 40th Ann Conv. Sugar Tech. Assoc. India 1974, A7—A12, (I.S.J. Vol. 77 : No. 923, p334).

STUDIES ON THE TRANSPLANTING OF NURSED SHOOT IN THE CULTIVATION OF SUGAR CANE

—The Relationships of Enzyme Activities in Seedling of Different
Age to the Growth after the Transplanting of Sugar Cane

Rong Young-huei Chi Chin-wen Su Guang-da

(Deptment of Agronomy)

ABSTRACT

Investigation showed that ascorbic acid oxidase, polyphenol oxidase and catalase activities decrease with advancing seedling age of the sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). Close correlations were found between enzyme activities and the growth of the sugar cane seedlings during the two months after transplanting. The possible use of these relationships in selecting seedling age of nursed shoots for transplanting is discussed.