

甘蔗 栽培生理

王 鉴 明 编 著



农业出版社

1641
6

甘蔗栽培生理

王鉴明 编著

农业出版社

甘蔗栽培生理

王鉴明 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 8.125 印张 167 千字
1980 年 12 月第 1 版 1980 年 12 月北京第 1 次印刷

印数 1—4,500 册

统一书号 16144·2198 定价 0.66 元

前 言

本书稿原为编者在中山大学生物系植物生理进修班的试用教材，试用期间搜集了有关方面的宝贵意见并进一步参阅了国内外有关资料，作了些修改补充。为了适应四个现代化的需要，加快我国甘蔗糖业生产、科研工作的发展，培养更多更好的技术人材，编者又对原书稿的内容进一步加以修改补充。

本书可供甘蔗科技人员和院校师生作参考使用。本书的主要内容：第一部分，介绍甘蔗生长发育的生理，专门讨论甘蔗激素与甘蔗生长发育的关系，甘蔗根、茎、叶生长、萌芽、分蘖、成熟、抽穗、开花、蔗糖合成等生长发育条件和机理。第二部分，从甘蔗选育种和栽培管理方面去提高光合效能，专门讨论提高光合效能有关的选育种工作中对种性的要求以及栽培管理措施对提高光合效能的作用。第三部分，甘蔗群体结构的特征和特性，专门讨论甘蔗各个时期群体结构的变化，指导合理密植，间苗定苗栽培技术措施。第四部分，甘蔗物候研究，主要介绍粤中沙围田甘蔗物候试验的方法和结果，特别对于当前春、夏、秋、冬植各植期科学搭配提供详细参考资料。第五部分，甘蔗光合作用的部分机理，特别提出甘蔗作为 C_4 作物，在各方面与 C_3 作物的比较以及如何利用这两种

作物的配合和结合起来提高土地利用率和光合效能的利用。第六部分，甘蔗同化物的积累和运输，特别介绍“代谢源”和“代谢库”两个概念，以及其在实践上的应用。第七部分，甘蔗灾害及抗灾防灾生理，主要介绍旱害、风害、涝害、盐害、霜害和热害的有关生理问题，一般的防灾抗灾措施不多作介绍。第八部分，甘蔗原料坏变生理，主要讨论甘蔗原料在自然灾害中以及在运输、堆贮过程中的坏变生理及防止变坏的措施的生理学上的依据。第九部分，甘蔗离体培养，主要介绍夏威夷、澳大利亚和菲律宾的甘蔗生长锥、心叶组织等，离体培养基和培养条件，以及菲律宾试用的单倍体离体培养基和培养技术和加拿大的分化根有特效的SH培养基。虽然甘蔗单倍体未见成功，但这种经验还是值得参考的。另外还介绍甘蔗离体培养方法的各种用途，包括研究生理学问题。第十部分，甘蔗营养生理，专门讨论甘蔗施肥的生理学依据。第十一部分，甘蔗需水生理，介绍水分与甘蔗生长发育的关系以及有关需水规律问题。第十二部分，甘蔗植物生理实验指标，为普及甘蔗生理学打下基础，介绍甘蔗植物生理实验指标的意义和做法。第十三部分，甘蔗高产栽培生理，介绍甘蔗理论最高产量和目前国际上甘蔗的高产实绩以及进一步挖掘。

本书的插图和整理工作承梁广焜同志的协助，仅表谢意。

1978年12月

目 录

一、甘蔗生长发育的生理	1
(一) 甘蔗激素与甘蔗生长发育的关系	1
(二) 甘蔗根的生长	5
(三) 甘蔗茎的生长	9
(四) 甘蔗叶的生长	12
(五) 甘蔗的萌芽	15
(六) 甘蔗的分蘖	20
(七) 甘蔗的成熟	21
(八) 甘蔗糖的合成	26
(九) 甘蔗的抽穗、开花	27
二、从甘蔗选育种和栽培管理去提高光合效能	38
(一) 从甘蔗选育种去提高光合效能	38
(二) 从栽培管理去提高光合效能	54
(三) 从施肥去提高光合效能	56
(四) 影响光合效能的其他因素	56
三、甘蔗群体的特征和特性	60
(一) 春新植甘蔗群体结构与亩产量的关系	61
(二) 亩产蔗量的组成	61
(三) 亩有效茎数的组成	62
(四) 一茎重的组成以及母茎和分蘖茎在各方面的区别	63
(五) 甘蔗群体内个体间生死交替矛盾的探讨	64

(六) 母茎、一级分蘖和二级分蘖的出生规律	65
(七) 母茎、一级分蘖和二级分蘖的枯死规律	66
(八) 不同出生日期的母茎和分蘖的成茎率, 有效茎 率和一茎重的对比	68
(九) 蔗株高矮、蔗行宽窄、种植密度、施肥数量与各 期间光照度的关系	68
(十) 种植密度、行株距、施肥量与叶面积指数的关系	70
(十一) 新植蔗群体结构与宿根蔗群体结构的区别	70
四、甘蔗物候观察的一些规律性	72
(一) 萌芽	72
(二) 分蘖	74
(三) 伸长	75
(四) 成熟	78
五、光合作用的部分机理及其应用	80
(一) 光合作用中二氧化碳固定的两条途径	80
(二) C_3 植物和 C_4 植物	80
(三) C_3 和 C_4 途径及 C_3 和 C_4 植物的合理运用	83
(四) 提高甘蔗群体光能利用率	86
(五) 提高光合强度的因素	87
(六) 高光效育种	90
六、甘蔗体内同化物分配与积累	92
(一) 甘蔗“代谢源”与“代谢库”的关系	92
(二) 甘蔗“代谢源”与“代谢库”之间同化物的运输 与分配	93
(三) 甘蔗同化物的分配中心	95
七、甘蔗灾害及抗灾防灾生理	97
(一) 甘蔗旱害	97

(二) 甘蔗涝害	103
(三) 甘蔗霜害	111
(四) 甘蔗咸害	121
(五) 甘蔗风害	128
(六) 甘蔗热害	131
(七) 甘蔗病害	132
八、原料甘蔗坏变的生理	136
(一) 原料甘蔗坏变的情况	136
(二) 甘蔗原料茎坏变的机理	143
(三) 影响甘蔗原料坏变速度的因素	144
(四) 甘蔗蔗汁坏变的特征	144
(五) 减轻原料甘蔗坏变的措施	145
九、甘蔗离体培养	146
(一) 甘蔗离体培养的发展	147
(二) 甘蔗离体培养方法的运用	159
(三) 甘蔗离体培养科研新动向	165
十、甘蔗营养生理	174
(一) 氮的营养生理	175
(二) 钾的营养生理	180
(三) 磷的营养生理	183
(四) 钙的营养生理	186
(五) 甘蔗微量元素缺乏和中毒的病征	187
十一、甘蔗需水生理	190
(一) 水分在甘蔗生长发育过程中的意义	190
(二) 地下水位与甘蔗生长	191
(三) 甘蔗需水量	208
(四) 甘蔗灌溉试验	210

(五) 甘蔗需水规律和灌溉方法	216
(六) 甘蔗科学止水期	218
十二、甘蔗植物生理实验指标和作物生理名词	220
(一) 绝对光照度	220
(二) 相对光照度	220
(三) 叶面积指数	221
(四) 叶厚度	222
(五) 叶角度	223
(六) 甘蔗组织内叶绿素的测定	223
(七) 一些作物生理名词的定义	226
十三、甘蔗高产栽培生理	228
(一) 甘蔗理论最高产量以及挖掘增产潜力的可能性	228
(二) 甘蔗高产潜力的各个方面	231

一、甘蔗生长发育的生理

研究甘蔗生长发育的生理的目的是为了掌握甘蔗生长发育的规律，从而解释某些甘蔗生长发育的现象和甘蔗生产栽培上某些技术措施以及寻找这些技术措施的进一步提高和改进。甘蔗栽培有时要“促”，有时要“控”，甘蔗的生长发育，什么时候要“促”？什么时候要“控”？只有详细了解和掌握了甘蔗生长发育的规律才能取得对甘蔗生产的充分发言权。

(一) 甘蔗激素与甘蔗生长发育的关系

甘蔗激素参加控制甘蔗生长发育的每个过程，因此，在讨论甘蔗生长发育生理之前，有必要对甘蔗激素来个系统的介绍：

1. 甘蔗激素的种类

甘蔗激素可分为生长激素、赤霉素、动力精（细胞分裂素）和抑制生长的激素（如脱落酸和乙烯利等），它们在自然界出现的形式多数是以游离酸或碱形式出现，但也有与葡萄糖或核糖结合而存在的。

2. 各种甘蔗激素在植株内的分布

生长激素多数以吲哚乙酸形式出现，分布于蔗茎梢部生

长锥的分生组织、根部和种子里边。赤霉素分布在幼嫩蔗茎组织、叶尖组织、蔗茎切口伤流液、根部以及休眠和萌动的侧芽内。动力精只存在于蔗茎切口伤流液和休眠的侧芽里。脱落酸和几种尚未鉴定清楚的一些生长抑制激素曾在幼嫩茎组织、叶尖组织分离过出来、吲哚乙酸和脱落酸是以游离酸形式而存在。赤霉素和动力精以游离或结合形式出现，但很易水溶解。蔗茎梢部同时存在四种激素，这一事实说明了甘蔗生长调节控制机制是关系于四种激素平衡的变化。因此，甘蔗生长过程任一个环节（如发芽、分蘖、成熟、抽穗、伸长等）都不是受单一种激素所支配而是受多种激素所支配，而且往往激素间的作用是互相重叠，起到互相促进或互相抑制的作用。

3. 各种甘蔗激素的作用

四种甘蔗激素之间，它们的作用是不同的或不尽同的。生长激素和赤霉素能够促进细胞伸长，而生长激素和动力精能促进细胞分裂。在某种情况下，同两种激素可能起相同作用，而在另一种情况下，同两种激素可能起相反作用。例如，动力精和生长激素可促进愈伤组织的生长，而这两种激素在茎部侧芽萌发时则起相反作用，生长激素抑制侧芽萌动，而动力精却对抗生长激素的作用，间接促进侧芽的萌动。

蔗茎含赤霉素和动力精丰富，而脱落酸则存在于蔗茎梢部及叶尖部分。从这一事实引导人们设想到蔗茎伸长是被从根部运输到地上部的赤霉素和动力精这两种激素浓度的相对变化、土壤水分变化、气温和土温变化以及其它环境条件的变化都能改变激素间的浓度变化和对某种生长过程的环节的

相互促进或抑制作用。一般来说，蔗田遇旱和气候转入低温时则甘蔗生长受抑制而蔗糖分则提高。当蔗茎梢部含赤霉素和动力精丰富时，脱落酸的抑制作用将受到抵制，结果生长速增大，蔗糖分降低。当赤霉素含量相对下降，生长速减低，蔗糖分提高，而且纤维分也有提高的趋势。

在快速生长的未成熟的蔗茎梢部组织那里有足够的生长激素含量来让赤霉素和动力精对组织起到作用，那里有足够的赤霉素和动力精来促使细胞伸长和细胞分裂，同时抑制脱落酸作用，免使幼嫩细胞提早衰老。

在生长缓慢的茎，赤霉素和动力精提供到分生组织处的浓度有限。细胞伸长和细胞分裂受限制，脱落酸合成增加，细胞提早成熟衰老。在这种情况下，蔗糖分提高，许多碳水化合物用来生成纤维素和结构物质。

一个理想的化学促熟剂将会停止所有生长活动（包括细胞分裂、细胞伸长、分化和新细胞壁物质的形成。所有组织将会维持一个不变的状态，所有现成的碳水化合物将会以蔗糖形式贮存起来，无疑地说，要达到这种效果，一定要求有个特定的激素平衡。

2,4-滴是个化学促熟剂，过去有些人的试验认为可提高蔗糖分，有些结果则认为不可能，这就与当时的气候条件有关。

2,4-滴的促熟效果是与当时的日照和温度有关，短日照和晚间温度高则2,4-滴促熟效果好。大部分热带蔗区（如古巴），甘蔗收获前促熟期中是短日照，而晚间温度较高，所以2,4-滴促熟效果好。

另一种化学促熟剂名叫 2,3,6-三氯苯甲酸，又名草芽平，是一种化学合成的生长激素，原来用作除莠剂，现可用作化学促熟剂，简单叫做TBA，夏威夷和一些地区已证实确有促熟效果，草芽平和二甲四氯（MCPA）混合剂也同样有促熟效果。这些化学药剂喷施后，首先使一个嫩节伸长，但其余更嫩的节则全部抑制生长，叶的衰老加快，而新幼嫩叶生长则受抑制。甘蔗对草芽平和二甲四氯混合剂的反应是体内激素间平衡的可能反应。在生长迅速的幼嫩茎中，四种激素的相对浓度表示为：

生长激素：	中等浓度
赤霉素：	高浓度
动力精：	高浓度
脱落酸：	低浓度

用上述混合剂喷后能提高生长激素的浓度，因此提高了赤霉素和动力精的活动，因而加速了细胞伸长和细胞分裂，不久之后，增大了生长激素之后即促进了乙烯利的合成，乙烯利就会破坏生长激素，同时使代谢物质和某些酵素的氧化。因而赤霉素和动力精的活动将会打消，生长将会停顿，所以，上述混合剂将会起到化学促熟作用。老叶提早衰老，可能是由于脱落酸的作用。赤霉素能否有化学促熟各持不同见解，也有试验依据。有的认为有促熟作用，可以提高早期糖分，有的认为无促熟作用，不能提高早期蔗糖分。Bull氏在昆士兰温室內每周喷赤霉素来促熟甘蔗，经7—8周后，甘蔗的长度、鲜重、蔗糖分和纤维含量都会增加，而叶面积和叶重均有下降。三月株龄的蔗株在低温 17℃反应最大，而六月株龄蔗株则在

高温 35°C 反应最大。赤霉素在生长激素高浓度下促茎伸长，赤霉素对抗脱落酸作用，减少衰老现象。赤霉素虽减少叶面积，但能延迟叶的衰老。赤霉素不会提高单位叶面积的光合强度。

脱落酸和乙烯利看来是化学促熟剂，喷后两周内抑制茎伸长，其后又经一个时期的快速“补偿”生长，脱落酸加速老叶的剥落。

喷施乙烯利会打消甘蔗的顶部优势作用，产生分蘖侧芽和支柱根出来，这是因为乙烯利产生乙炔，而在组织内加强过氧化物酶活性而最终破坏生长激素，这与化学促熟有关。

2, 3, 5-三碘本甲酸能阻止生长激素的运输，这也与化学促熟有关。

一切化合物能抑制有关糖的消耗利用的酶的活动和合成，都能看成化学促熟剂。

(二) 甘蔗根的生长

甘蔗种苗种植后，有种根和苗根两种根的发育：种根先从蔗种的节上的根点长出，较纤弱，分支多，寿命较短，又称临时根。在苗根长出之前，幼苗生长所需的水分及养料主要靠它来吸收，苗根在幼苗的基部节上的根点长出，较种根粗壮，分支较少，亦称永久根。甘蔗的根轴系统是随着蔗株的长高、增粗而不断更新。甘蔗根的功能主要固定植株、吸收水分和养料。要夺取甘蔗的稳产高产，就必须有一个发育良好的根系。

不是所有的根点都发根，不发根的点仍有生活力，以作后备，可能已发根的点抑制未发根的点发根，所有根点发根时哪个先发，哪个后发，哪个仍保持休眠暂不发，这些道理仍未搞清楚。

一茎许多节由上而下，越上部的节发根越差，越下部的节发根越好。有说生长激素(吲哚乙酸IAA)是促根生长的，IAA虽然上部产生而贮存于下部，有说上部组织过嫩，太阳晒后嫩节发根是较易的。斩下嫩节晒太阳则不产生这个促根的效果。

焗芽时，水分过多会易发出长根，移秧或下种时易断根，也难适应不良环境，所以焗芽时不宜加水太多。

生长初期，新植比宿根根群较不发达，因新植萌芽时只种苗长出种苗根，母茎基节成长后才由母茎基节长出永久根，分蘖后才由分蘖茎基部长出永久根。宿根发株时，旧根群继续生长而且长出新根来(从笋的基部节长出和切断的老根长出)，后来旧根群逐渐衰老死亡。因此，新植蔗初期不如宿根蔗发达，而后期则比宿根蔗发达，间接可从新植蔗与宿根蔗生长速比较可以看出来。

甘蔗根的生长是非常需要氧气的，土壤孔隙度小，土壤容重大，常常使甘蔗根长得很差。雨期收获甘蔗，重型机械在蔗田往返走动，或沙围田放水防治甘蔗金龟子害虫时，人来人往践踏，以至于过于粘重的土壤常常使甘蔗根群难于发育，表1—1和表1—2可以说明。

表 1—1 不同土壤孔隙度与甘蔗根的伸长速度关系

土壤容重 (克/毫升)	甘蔗根的伸长速度 (厘米/日)
1.04	2.00
1.12	1.73
1.20	1.65
1.28	1.36
1.36	0.75
1.44	0.17

表 1—2 不同土壤孔隙度与甘蔗根的重量和体积关系

土壤容重 (克/毫升)	甘蔗根的重量 (毫克根/毫升土)	蔗根体积/土壤体积 (%)
1.02	14.25	1.16
1.03	20.26	1.64
1.15	17.31	1.37
1.16	12.71	1.10
1.26	12.06	0.69
1.39	16.01	1.25
1.39	10.35	0.82
1.39	11.89	0.78
1.51	10.90	0.83
1.62	10.01	0.75
1.63	6.06	0.45
1.70	7.02	0.52
1.72	3.86	0.28
	3.09	0.24

从表 1—1 和表 1—2 可以看到：土壤容重越大，即土壤越粘重、越压实，土中空气越少，甘蔗根的伸长速度和单位土壤容积下甘蔗根的重量越小，甘蔗根的体积也越小。深耕

可以使被压实了的土壤重新松碎起来，增加土中空隙度，使蔗根长得好些。

根的伸展、垂直生长受到地下水位限制，因此提出水位标准化，起码 50 厘米以下，最好能更深些如 70 厘米以下，因甘蔗根群在这深度最好发育。

洪水淹后，大部浸死根，善后工作要尽快排水、中耕，改良土中通透性以利发根。

甘蔗生长期间，生气根是不必要的，但某些品种（华南 56/21）易生气根，有些难生气根。上泥浆易生，不剥叶或蔗叶紧包茎部的生气根。粤糖 57/423 难生气根。它的愈伤组织也不易分化生根。增加培养基内萘乙酸或蔗糖含量可促进愈伤组织发根。

苗期徒长，不但会成“茶盅脚”，而且根群也不发达，因节间长，蔗茎基部在土下的节数不多，因此生根也少。要使甘蔗根群发育，深扎土中就不得使甘蔗徒长。

土壤盐分过大或施六六六直接与种苗接触，会使根中毒。根中毒会粗而短，少支根和根毛，蔗株吸水吸肥困难。

植株整株变黄，可能是积水或根腐病发生，要检查病根找出措施。

植株发现干梢，要检查根部，解剖根部是否有病菌堵塞维管束造成运水困难。

甘蔗有性杂交要用高压法包茎促交配茎节部长出根来，这个工作做得太早可能包错（未现孕穗），做得太迟会不发或少发根（因迟则气温低），所以见孕穗即包，迟花亲本见孕穗包也迟，如抽穗率高的则不论孕不孕也包，如抽穗率低的则