

GAKI 甘蔗百科

节位校正

全书配图审核版

全生命周期 · 保护性耕作 · 宿根甘蔗



R4.1 / 2026-09-28

92章正文完整合册，逐章配图；附录与来源同时保留。

新梢起于节部芽眼，根起于所属节部的根带。
全部图文经用户明确审核通过后，再制作视频。

READ 本版范围与审核方法

本册将原有32章生命周期、24章保护性耕作和36章宿根正文完整合为92章。原段落、表格、引用以及各书附录保留；新增节位校正内容，替换相关旧图，为原无图章节增加对应图。

先检查N01、N02、N03、N06：芽与根是否连接正确器官。再按LC、CA、RT章号逐章审核文字、图注、数字、来源与适用范围。离线包内有92章配图审核表，可填写意见。

现有真实图片、原研究数据图、准确位置示意和AI外观示意分别标明。全球逐种病虫害图鉴、每节实测营养、当地3-5米生长轨迹与P至R5现场连续照片尚未全部取得；不能用概念图补造这些实证。

保护性耕作引用保留数字及I编号；宿根引用保留其本书数字编号；生命周期采用L编号，本次节位修订采用B编号。各自完整来源列于附录，编号不可跨书互换。

组成	正文	图片处理
生命周期	LC01-LC32	芽、根、叶和宿根图校正
保护性耕作	CA01-CA24	替换7幅根起点不清的图
宿根甘蔗	RT01-RT36	替换图1-1，原无图章节补图
附录与参考	保留原有附录及来源	保持真实图像比例尺与归属

NODE 芽眼、根带与根毛：本次校正依据

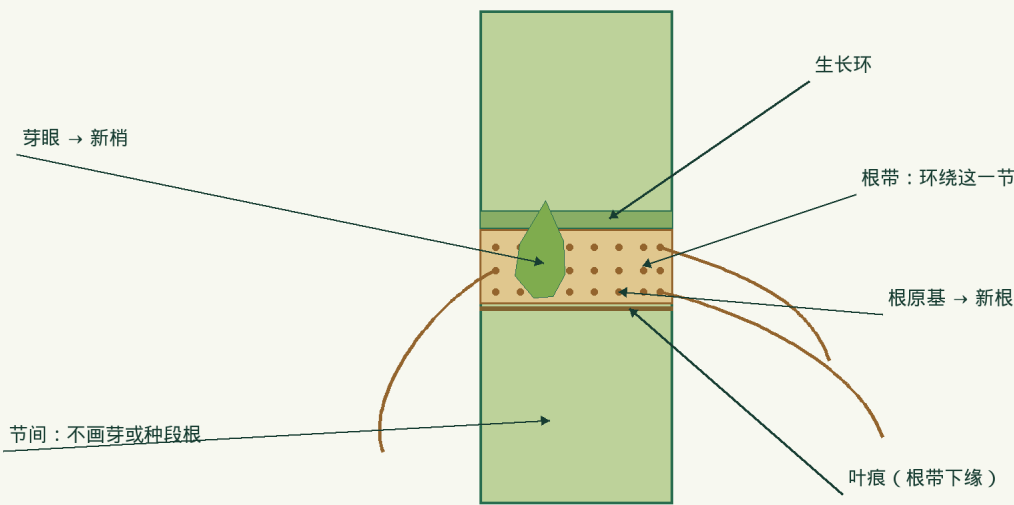
节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。 [B01,B02]

根带环绕每个节，不表示所有地上节都必然长根或所有芽同时萌发。适宜的水分、温度和组织状态影响其发生。这里的定位示意用于修正图画，不用于读取固定根数或时间。

GAKI · 节位校正与全书配图 · N01

芽眼与根带都在节部，来源不同

叶痕、生长环、根带与芽眼分别标注；根原基位于环绕茎秆的根带。



芽眼常每节1个，相邻节通常左右交替；并非每个节都同时萌芽或生根。

结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N01 · 新梢起于芽眼；示例根分别连接根带上的根原基。位置关系图，不是尺寸标准。
 精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

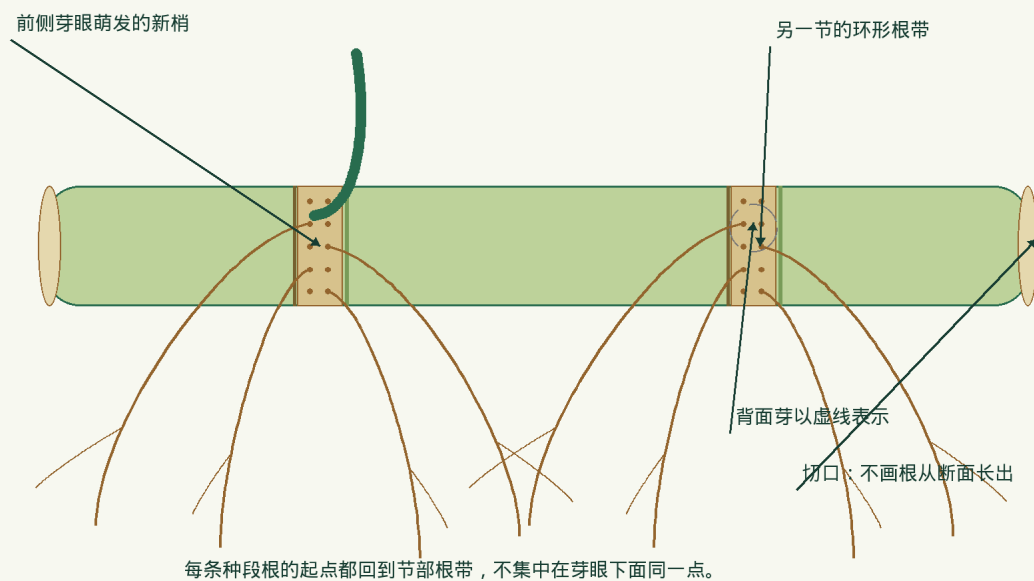


NAT01 · 非实拍、非显微图；精确位置以N01为准，不读取根原基数量或尺寸。
AI外观示意；来源：本版生成；结构依据B01、B02

GAKI · 节位校正与全书配图 · N02

两个节的种段：根从两处根带发生

种段的切口留在节间；环形根带与光滑节间明确分开。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N02 · 褐色线为种段根；新梢仅从可见侧芽眼发生，背面芽用虚线标记。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

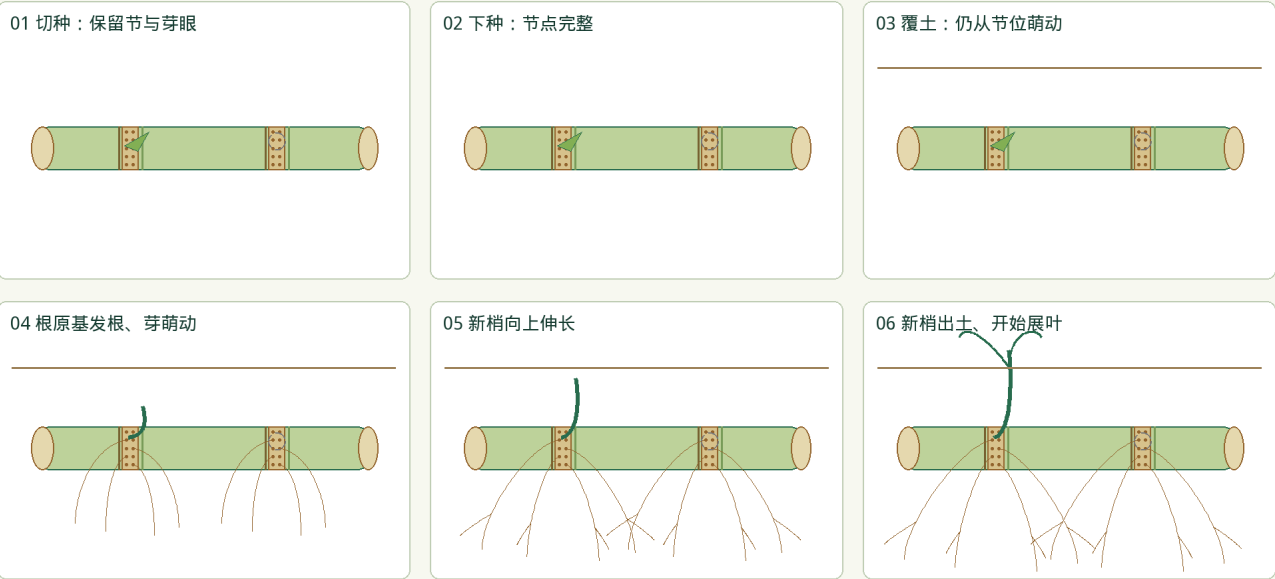


NAT03 · 根分布于两处节部根带；非实拍、不规定芽根发生先后与数量。
AI外观示意；来源：本版生成；结构依据B01、B02

GAKI · 节位校正与全书配图 · N04

切种到出土：六个状态都核对节位

固定两节种段的位置；芽、根的起点始终跟随对应的节部。

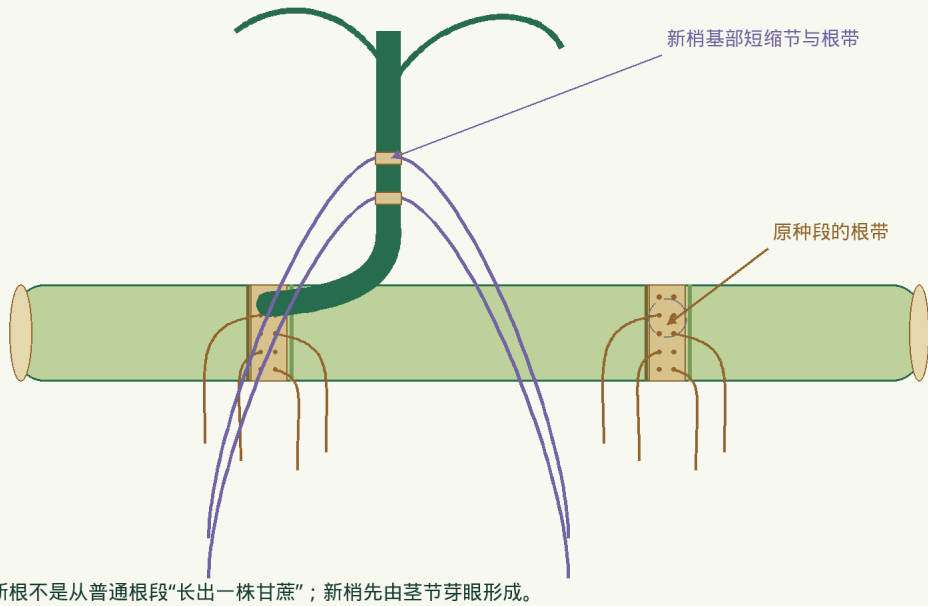


结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N04 · 精确位置示意。没有规定芽与根谁必须先发生，状态速度因材料和环境而异。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

种段根与新梢根：分别找到所属的节

褐色为原种段节部根；紫色为新梢基部短缩节的根。

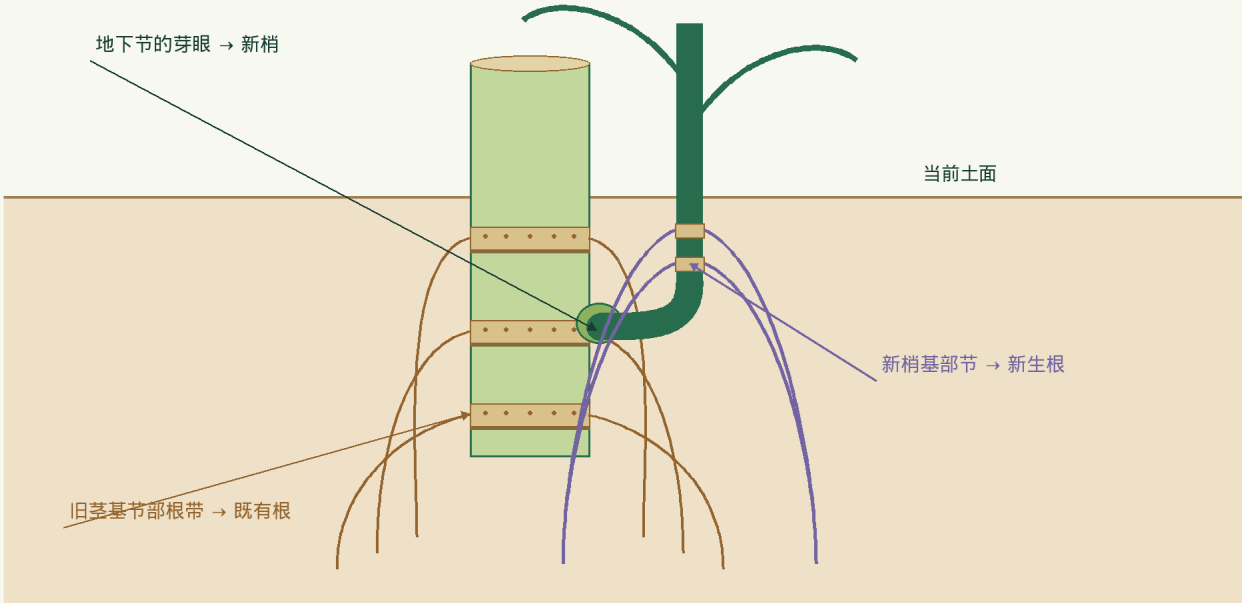


结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N03 · 示意区分新梢茎节与原种段茎节；颜色不表示实测活性、年龄或通量。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

宿根再生：从地下茎节的芽眼开始

留下的是茎基部、活芽和部分既有根；新梢自己的基部节还会发生新根。

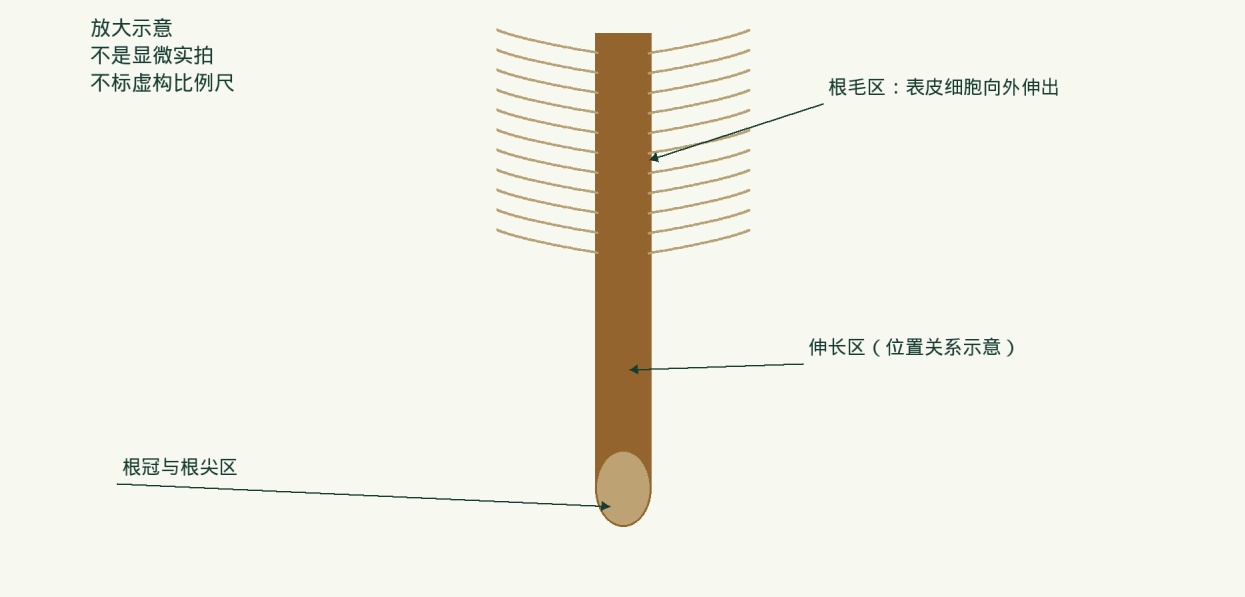


结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N06 · 所有根从所属茎节的根带发出；普通根不直接萌发甘蔗新梢。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

根毛和新根：不是同一个结构

根从茎节根带发生；根毛从根表皮细胞发生，主要见于相应成熟区。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N08·真实组织测量使用独立样品与校准比例尺，不能从本图读取微米数。

精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

图组	本次修改
N01-N03	芽眼与环形根带分别定位；每条根连接所属节位
N04-N05	切种到出土六状态、种段根与新梢根、根毛分开
N06	替换宿根原图1-1；新梢从地下茎节芽眼再生
N07-N09	叶与节、根毛局部、新植及R1-R5周期
N10-N14	土壤、供水、培土、收后损伤、交通带的节部生根
Q01-Q11	为原无图章节新增观察与判断关系图
AI外观图	替换种段与根系的错误画法；结构审核使用N系列
全文整合	32+24+36共92章全文及原有附录、参考资料

第一部 全生命周期·目录

LC01 从一段种茎到五季宿根：百科的统一主线	11
LC02 高度、节数、绿叶与枯叶：先统一量法	12
LC03 健康种源、切种与种段保存	14
LC04 开沟、下种、覆土：把种段放进能生长的环境	16
LC05 覆土之后：芽萌动、储备动员与出土	18
LC06 种段根：早期根系从哪里来	20
LC07 新梢根接替与分蘖根网	22
LC08 根毛、皮层与维管柱：微观图应怎样读	24
LC09 肥料如何变成能够到达根面的养分	26
LC10 氮：根面供给与吸收能力需要匹配	27
LC11 磷：近根供应、固定与生物参与	28
LC12 钾与其他元素：营养不能只剩氮磷钾	29
LC13 出叶、展叶与叶片衰老的连续过程	30
LC14 分蘖：从苗数走向有效收获茎	32
LC15 拔节和伸长：高度来自哪些变化	33
LC16 每长一节的养分需求：如何测量与解释	34
LC17 已有真实营养数据：单位产量不能换成每节处方	35
LC18 施肥、灌溉和根区环境一起安排	36
LC19 除草、浅中耕、培土与覆盖	37
LC20 保护性耕作的地下变化：把微观与产量接起来	39
LC21 白天、夜晚、晴雨及极端天气怎样进入同一序列	40
LC22 3米、4米、5米：情景图与真实株高分开	41
LC23 成熟、收获与下一季的起点	42
LC24 第一季宿根R1：新梢从留下的芽重新开始	44
LC25 第二季宿根R2：检查上一轮管理是否真的有效	46
LC26 第三季宿根R3：把累积因素按位置拆开	47
LC27 第四季宿根R4：维持生产能力与评估更新	48
LC28 第五季宿根R5：五年目标必须由真实连续记录支撑	49
LC29 提高宿根产量：先找限制，再选技术	50
LC30 机械与碾压：把种植、收获、宿根管理接成一套	51
LC31 保留用户的微喷水肥研究，补齐从芽到收益的验证	53
LC32 连续图片怎样成为可信的百科证据	54

第二部 保护性耕作·目录

CA01 保护性耕作的目标与边界	55
CA02 地块调查与土壤诊断	57
CA03 田块排水与固定通道设计	59
CA04 整地与种植带建床	60
CA05 品种种苗与卫生管理	61
CA06 种植时期行距与下种操作	63
CA07 蔗叶覆盖地膜与地表保护	65
CA08 出苗分蘖与早期群体建立	66
CA09 养分预算与施肥操作	68
CA10 灌溉排涝与水肥一体化	70
CA11 中耕培土与中期蔗叶管理	72
CA12 杂草病虫害与田间卫生	74
CA13 成熟判断与青蔗收获	76
CA14 蔗叶还田腐解与有机物循环	78
CA15 收获后宿根启动与前期管理	80
CA16 多年宿根保持与更新轮作	82
CA17 机具配套标定与作业安全	84
CA18 不同地块的实施方案与全年安排	86
CA19 产量质量成本与示范试验	88
CA20 世界主要蔗区的保护性技术路线	90
CA21 机械与机具图谱：结构、作用和验收	93
CA22 国际试验数据与适用边界	102
CA23 从地表到根际：微观世界怎样变化	108
CA24 怎样在本地验证这些技术	113

第三部 宿根甘蔗·目录

RT01 蔗蔸 地下芽与根系结构	116
RT02 从芽萌动到有效茎的连续过程	121
RT03 出芽率与产量如何测量	127
RT04 低温霜冻与高温	131
RT05 干旱积水与极端天气	133
RT06 土壤结构与根区物理环境	135
RT07 根区化学环境与土壤生物	137
RT08 留桩高度与切割深度	139
RT09 破蔸拔蔸断根与芽损伤	141
RT10 车辆碾压与土壤压实	143
RT11 收后作业的收益与二次伤害	145
RT12 宿根矮化病与其他细菌性病害	147
RT13 黑穗病	149
RT14 赤腐病萎蔫病与茎基腐烂	152
RT15 根部病害与土传病害复合	154
RT16 病毒病与植原体病害	156
RT17 其他病害与相似症状鉴别	158
RT18 食根食芽地下害虫	160
RT19 螟虫及其他钻蛀害虫	162
RT20 植物寄生线虫	164
RT21 刺吸式害虫及其他动物危害	166
RT22 收前收后水分衔接与微喷管理	168
RT23 磷钾氮营养及施肥方式	170
RT24 蔗叶覆盖杂草与土壤表面管理	173
RT25 品种种源补苗与更新轮作	175
RT26 综合防治生物投入与生长调节研究	177
RT27 中国不同蔗区的应用条件	179
RT28 印度与泰国的研究对策	181
RT29 巴西的交通覆盖与生物防治实践	183
RT30 澳大利亚与美国的研究对策	185
RT31 日本南非与埃斯瓦蒂尼的研究对策	187
RT32 田间试验设计与跨茬验证	189
RT33 试验数据整理比较与证据评价	191
RT34 田间图谱显微图像与机制论证	193
RT35 按症状定位原因的田间诊断	195
RT36 分区生产方案与是否继续留宿根	197

LC01 从一段种茎到五季宿根：百科的统一主线

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

本次增订把种植、地上生长、地下根际、收获和再生放在同一条生命历程上。新植记为P；第一次收获后萌发并收获的一季记为R1，依次到R5。每一季另记种植或上次收获日期、实际历时、品种、土壤及天气。六个作物周期不必恰好等于六个公历年。

本次将生命周期32章、保护性耕作24章、宿根36章合为92章连续图文正文，保留原有附录、引用和来源说明。R1-R3早期稿件作为参考归档保留；其目录条目不计作本版92章的新证据。

“完整百科”是整合目标；本版是可逐章核审的新增正文和图片系列。全球病虫害、药剂、每一节的现场连续测量尚未全部补齐。本册把已完成的稿件、已有来源图片、AI示意和待取得的实测证据明确区分。

GAKI / R4 / D01

从切种到第五宿根的统一生命主线

以事件和器官状态分期；日期、株高、节数和叶数都来自实际记录。

切种与种植

健康种段 → 下种 → 覆土

地下建立

芽萌动 → 种段根 → 新梢根

地上建立

出叶 → 分蘖 → 有效群体

伸长与成熟

逐节台账 → 糖分与收获

收获与再生

切桩/芽/根 → 新一季茎叶

R1—R5各季

每季测产 → 复核保留/更新

每一阶段共用的证据

天气与昼夜·根区环境·病虫害·药剂·机械与碾压·图像身份·测量与审核

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D01·生命历程与阅读关系。顺序表示作物过程，不规定天数和产量。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：建立地块—季次—莖—茎—叶/节—样品的连续编号。

来源：L01, L02。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作1、18、24章；宿根1—3、32—36章；百科R1—R3。

LC02 高度、节数、绿叶与枯叶：先统一量法

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

株高必须先写终点。本册的3—5米情景采用土面至+1叶叶枕的垂直高度H；+1叶指从顶部向下第一片叶枕清楚可见的展开叶。最高叶尖高度另记为冠层高度。沿弯曲茎轴测得的茎长，与垂直高度分别记录。倒伏时两者可能明显分离。

可见节数是能够识别的节位数，伸长节间数是达到预先规定识别标准的节间数。地下短缩节和被叶鞘遮挡的节不能因为看不见就认定不存在。计数要保留起点、茎号及解剖或非破坏性方法；不同方法的数据不能直接拼接。

叶片至少分为展开绿叶、部分黄化叶、附着枯叶和脱落叶。预先固定分类准则；每片叶只归一类。附着枯叶量不等于全生育期枯叶累计量。每次拍同一茎、同一侧面并放标尺，补拍冠层、叶鞘遮挡和地面脱落叶。

GAKI / R4 / D02

高度、节和叶分别量

先写测量端点与计数规则；示意不提供任何品种的标准数值。

垂直株高 H

土面 → +1叶叶枕
+1叶：顶部第一片叶枕清楚可见的展开叶

冠层与茎长

最高自然叶尖高度另列
沿茎轴长度与垂直高度分开

节与节间

可见节、伸长节间分开
地下或遮挡节位不可直接漏算

绿叶与黄化叶

展开绿叶、部分黄化叶
预先固定分类标准

附着枯叶

仍留在植株上的枯叶
不是全季累计死亡叶数

脱落叶

记录脱落事件与累计量
叶号不因脱落而重新排序

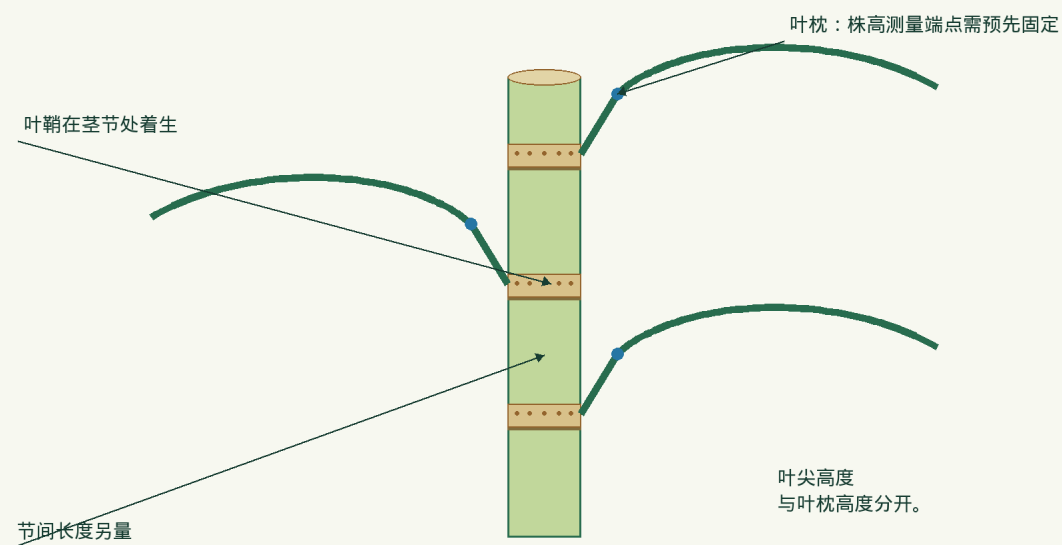
结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D02·测量口径示意，不是某品种的标准高度、节数或叶数。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

叶片与节：连接关系和测量端点

叶鞘着生于节；叶片展开、枯死、脱落与可见节数分别记录。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N07·器官示意；不据图中三片叶推定任何阶段的真实叶数。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：H、冠层高度、茎长、可见节、伸长节间、四类叶片分别填入记录表。

来源：L01, L02。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：R2测量图与字段；宿根3章；保护性耕作19章。

LC03 健康种源、切种与种段保存

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

多季宿根的起点是能够追溯的健康种源。先记录品种和批次，检查成熟度、芽的完整性、失水、虫蛀与切口腐败；外观正常不能排除潜伏病原。按当地种苗卫生制度处理检测、繁殖田和工具卫生，不能只凭一张绿色茎秆照片认定无病。

切种应识别节、芽和根带，切口避开拟保留的芽。种段有几个有效芽、切口是否压裂、运输失水多少，分别影响后续建苗。图中的双芽段只是辨认结构的例子，不规定所有地区必须采用双芽或同一长度。

把切后等待时间、遮阴保湿方式、机械切割质量和坏芽比例纳入批次记录。切具或种植机可能把带菌组织带到后续材料，应按病原和地区规程清洁处理。热处理和药剂处理需采用本地已验证方案，本册不跨地区移植固定温度时间或药量。

观察与记录：同批种段切前、切后、待播各拍一组；记录芽数与损伤，不能由AI图读取。

来源：L01, L02。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作5章、图05；宿根12、25章。

GAKI·节位校正与全书配图·N04

切种到出土：六个状态都核对节位

固定两节种段的位置；芽、根的起点始终跟随对应的节部。

01 切种：保留节与芽眼



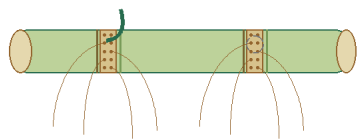
02 下种：节点完整



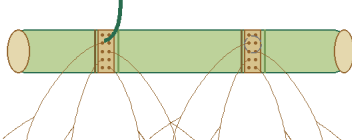
03 覆土：仍从节位萌动



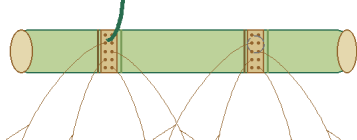
04 根原基发根、芽萌动



05 新梢向上伸长



06 新梢出土、开始展叶

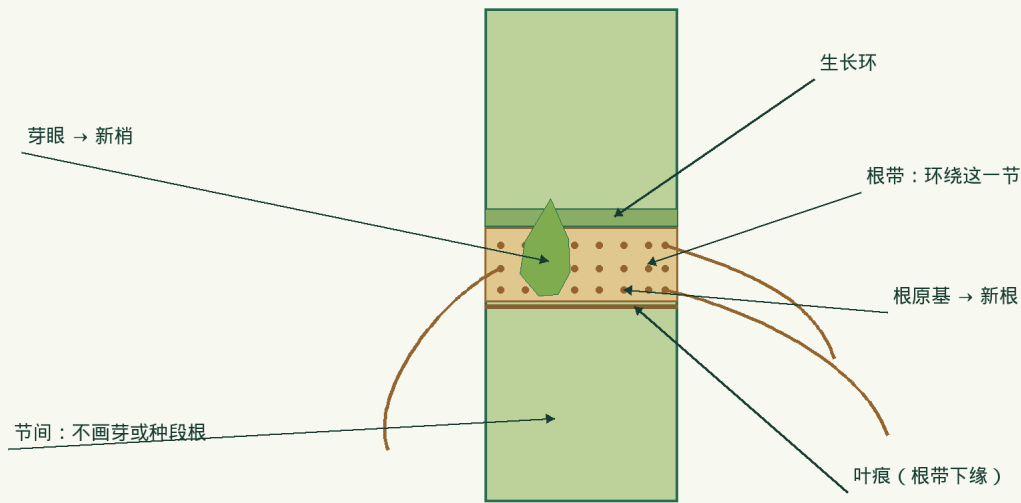


结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N04·精确位置示意。没有规定芽与根谁必须先发生，状态速度因材料和环境而异。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

芽眼与根带都在节部，来源不同

叶痕、生长环、根带与芽眼分别标注；根原基位于环绕茎秆的根带。



芽眼常每节1个，相邻节通常左右交替；并非每个节都同时萌芽或生根。

结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N01 · 新梢起于芽眼；示例根分别连接根带上的根原基。位置关系图，不是尺寸标准。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制



NAT01 · 非实拍、非显微图；精确位置以N01为准，不读取根原基数量或尺寸。
AI外观示意；来源：本版生成；结构依据B01、B02

LC04 开沟、下种、覆土：把种段放进能生长的环境

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

先按地形、排水、行距和机械轮距确定种植带及固定交通带。排水不畅、湿土反复碾压或过度碎土，可能使种段周围缺氧或表层板结。需要处理的是实际土层限制，不是把深耕次数或松土深度越做越大。

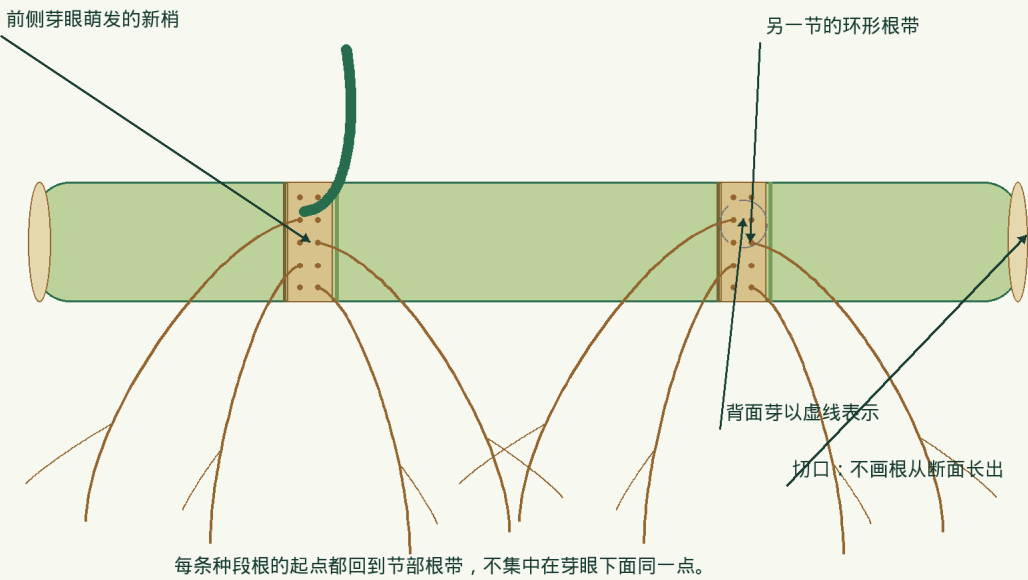
下种时核查种段分布、芽完整度和土壤接触；覆土后检查厚度是否均匀、是否存在空洞和大土块。覆土与土壤质地、温度、墒情、栽植方式及当地试验有关，不以图片中画出的厚度作为统一厘米数。

覆土以后保留带标尺的横断面照片，并在不影响净测产区的独立样点追踪萌芽。表层过干不等于种段所在层已缺水，表面有水也不等于根区水气适宜；取样应对应实际埋深和雨后排水状态。

GAKI·节位校正与全书配图·N02

两个节的种段：根从两处根带发生

种段的切口留在节间；环形根带与光滑节间明确分开。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N02·褐色线为种段根；新梢仅从可见侧芽眼发生，背面芽用虚线标记。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

切种到出土：六个状态都核对节位

固定两节种段的位置；芽、根的起点始终跟随对应的节部。

01 切种：保留节与芽眼



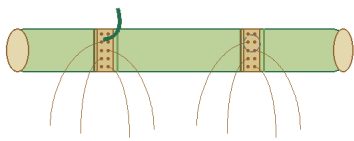
02 下种：节点完整



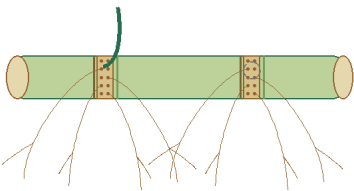
03 覆土：仍从节位萌动



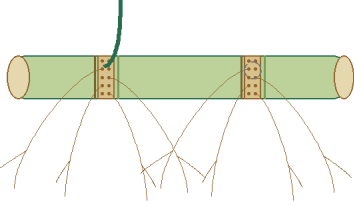
04 根原基发根、芽萌动



05 新梢向上伸长



06 新梢出土、开始展叶



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N04 · 精确位置示意。没有规定芽与根谁必须先发生，状态速度因材料和环境而异。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：下种深度、覆土厚度、土面位置、芽方向、缺段、压裂和土壤水分分别记录。

来源：L02, L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作3、4、6、7章；R3机械与压实条目。

LC05 覆土之后：芽萌动、储备动员与出土

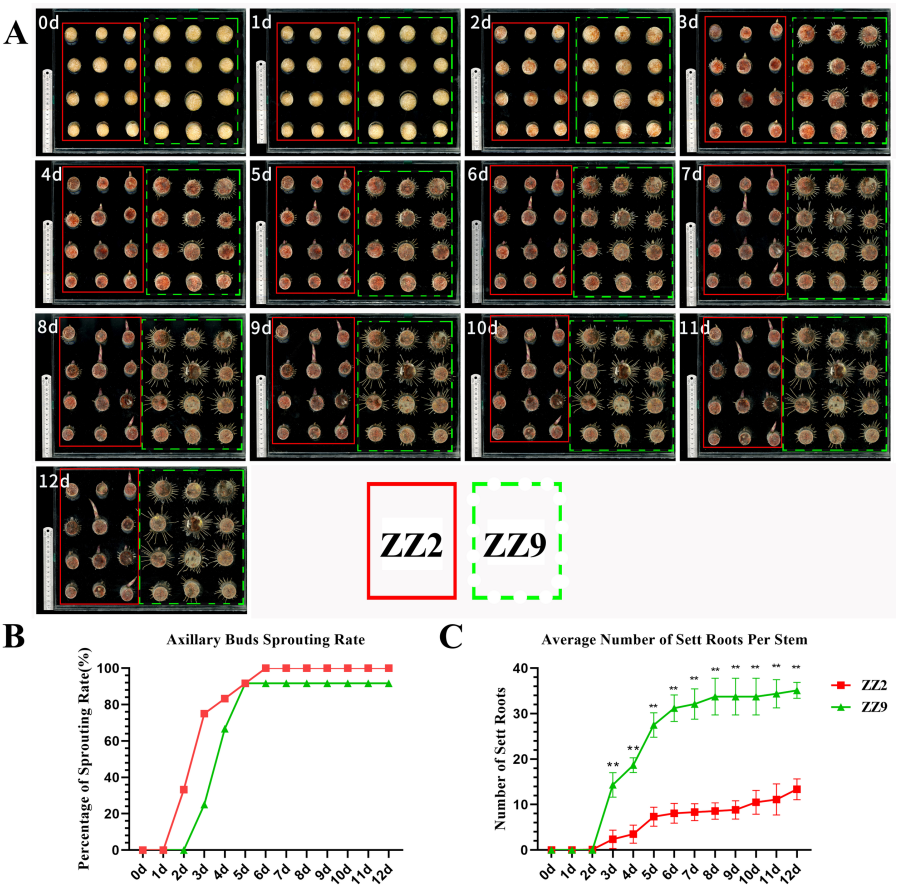
第一部 全生命周期·R4生命周期正文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

种段在出土前已经发生变化：存活组织维持呼吸，芽的细胞活动增强，储藏物质为早期生长提供碳和能量。芽膨大、形成伸长新梢和突破土面是不同事件，不能只出土苗数代表地下所有芽的活性。

水分、温度、氧气和种段状态共同影响进程。雨后未出苗，应区分尚未萌动、已经萌动但未出土、被板结阻挡、芽损伤和腐败。挖样本时先标原土面，逐层去土，避免把挖断的新梢误判为原先受害。

显微世界的解释分两层：组织照片显示芽和根的结构，生化或分子检测说明相应变化。既有宿根书保存了室内种段的真实萌芽原图；它可以帮助辨认过程，但不能替代本地田间埋深和天气下的萌芽时间序列。



RT_05 · 图2-2 ZZ2与ZZ9种段在0—12天的芽与根发育原图。A为连续照片，B为芽萌发比例，C为种段根数量；ZZ2对应红色实线框，ZZ9对应绿色虚线框。转载Zheng等（2025）图1，CC BY 4.0，保留原始图形。[4]
真实照片与原研究数据图；来源：Zheng等2025 图1；CC BY 4.0；宿根文献[4]



NAT03 · 根分布于两处节部根带；非实拍、不规定芽根发生先后与数量。

AI外观示意；来源：本版生成；结构依据B01、B02

观察与记录：独立样段连续取样，记录萌动、地下伸长、出土及受伤/腐败，分别报告分母。

来源：L07。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根2章；保护性耕作8章。

LC06 种段根：早期根系从哪里来

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

新植早期的种段根从原有种段节部根带发生，与后来新梢基部发生的根区别记录。二者都属于甘蔗须根体系的组成，不应画成由一粒种子长出的单一粗大主根。

根系照片应保留根与原始种段、新梢之间的连接。只把根洗净堆放后拍照，容易丢失根的起源信息。根色还会受到年龄、土壤染色和损伤影响，不能仅凭白根或褐根判断全部吸收活性。

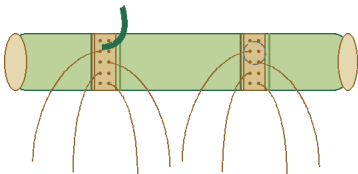
根量比较须注明取土深度、体积、洗根筛孔和保存方式。0—30厘米土样内的根量只代表该取样层，不能称为全株根系。AI图负责解释起源关系；真实根照片、切片与根长测量才进入定量证据栏。

GAKI·节位校正与全书配图·N05

新植根系的三个来源检查画面

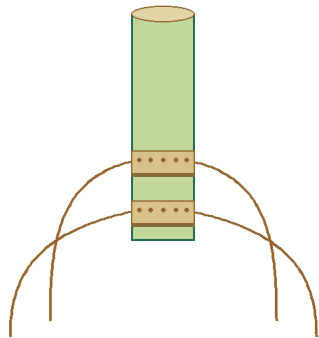
先看原种段根带，再看新梢基部根带，最后看根毛；三个尺度不混同。

原种段节部



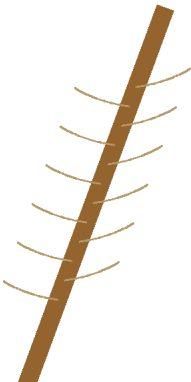
根分别起于两个原种段的根带。

新梢基部节



基部节产生新根，不能从茎底切面长根。

根毛区局部



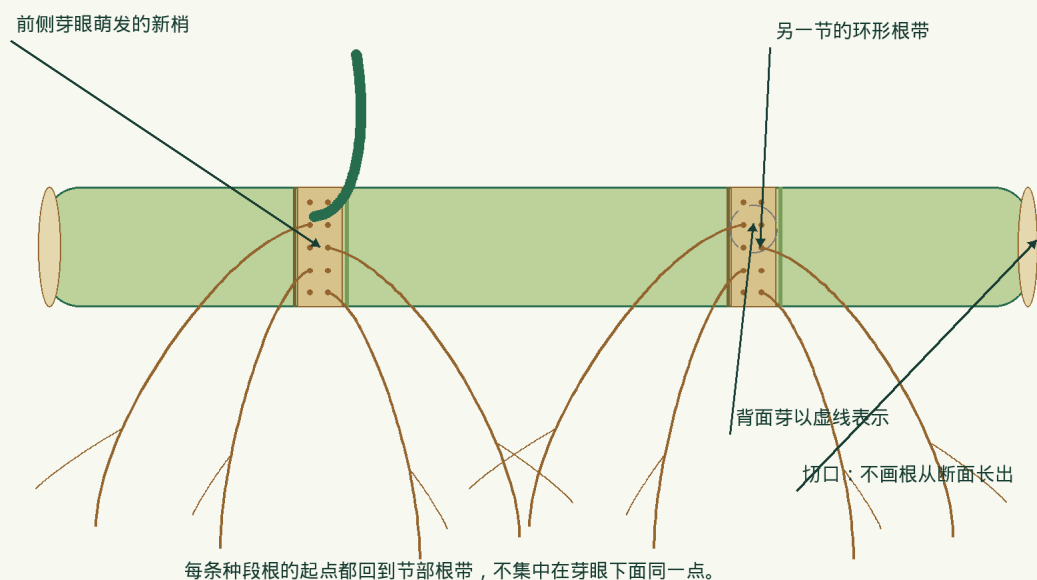
根毛是根表皮伸出，不是另一条种段根。

结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N05·第三格只表示根毛的表皮来源，没有显微尺寸；真实切片另附原比例尺。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

两个节的种段：根从两处根带发生

种段的切口留在节间；环形根带与光滑节间明确分开。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N02·褐色线为种段根；新梢仅从可见侧芽眼发生，背面芽用虚线标记。

精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：种段根、新梢根分别编号；清洗前后各拍照，记录取样范围和根损失。

来源：L01, L02, L04。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根1章；保护性耕作23章。

LC07 新梢根接替与分蘖根网

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

随新梢发育，其基部节位产生新的根，逐步建立支持叶片、茎秆和分蘖的根系。此过程与种段根并存一段时期；不能把“新根已经出现”写成“全部旧根已经死亡”。根的发生、延长、分枝与老化还会随环境变化。

一项温室比较发现，20天时三个材料主要显示种段根，30天时两份野生近缘材料已建立新梢根，而商业品种Co86032仍主要见根原基，40天表现又不同。这说明发生时间必须附材料和试验条件，不能把某个天数当成全世界甘蔗统一时钟。[L04]

田间调查要同时看地上分蘖与地下新根。在积水、压实、盐分或土传病害条件下，苗多不保证根系功能足够。若比较管理效果，应保持取样位置和样本单位一致，并以独立苑或小区作为重复。

GAKI / R4 / D03

种段根与新梢根：按起源区分

旧根与新根可以并存；根量、颜色和长度不能独立证明吸收活性。

新植：原种段节部

根带 → 种段根；与种段和萌芽的新梢保持连接。

建立：新梢基部节

新梢基部节 → 新梢根；随分蘖形成多组根系。



功能衔接

记录根的发生、延长、分枝与老化；不把种段根和新梢根画成同一时间全部替换。

宿根：从保留的茎基与芽开始

收获后保留部分既有组织；新的梢和根再生。普通根段不是新梢发生位置。

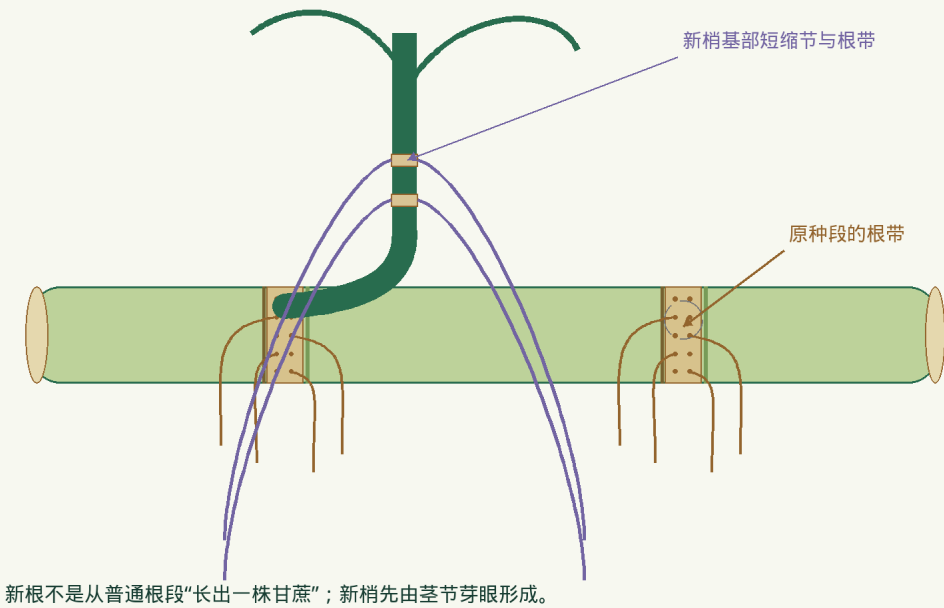
结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D03·根系起源与功能衔接图。箭头表示发育关联，不表示固定天数或根系贡献比例。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

种段根与新梢根：分别找到所属的节

褐色为原种段节部根；紫色为新梢基部短缩节的根。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N03 · 示意区分新梢茎节与原种段茎节；颜色不表示实测活性、年龄或通量。

精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：新梢基部新根数、长度、根尖状态及取样土层；分蘖号与根样号关联。

来源：L04, L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根1、6、7章；保护性耕作23.6。

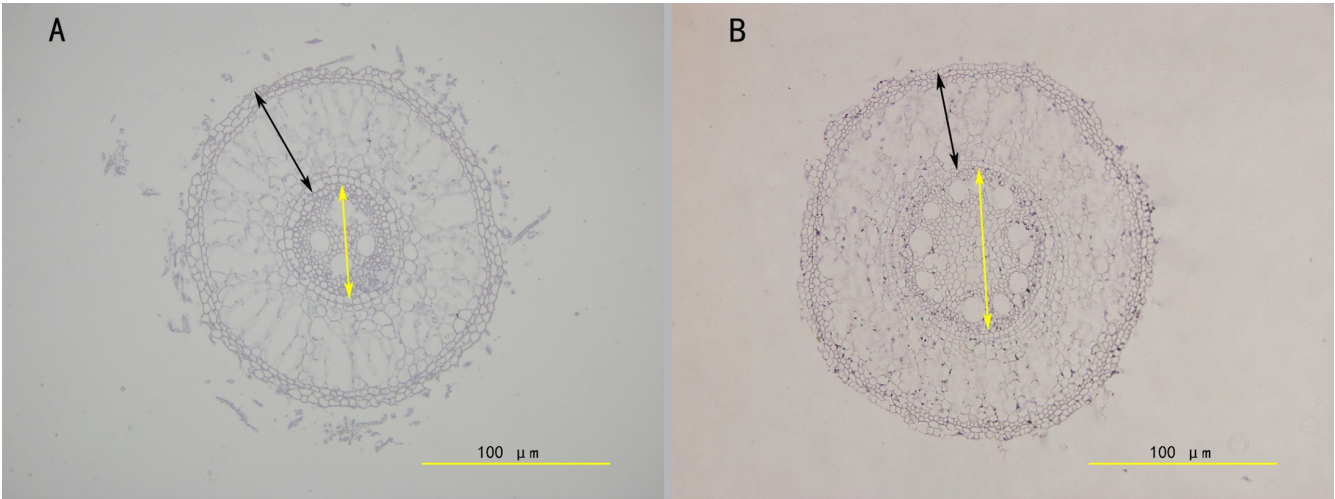
LC08 根毛、皮层与维管柱：微观图应怎样读

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

根毛是根表皮细胞向外形成的细长结构，有助于根与土壤溶液接触；它不是一条独立的小根。根尖、根毛区和更成熟根段的结构不同，比较切片必须固定距根尖的位置。

水和可利用养分经过根表面及内部组织进入输导系统；内皮层等结构参与调节径向运输。示意图可解释表皮、皮层、内皮层与维管组织的位置关系，但不提供细胞尺寸、离子速度或真实通量。

本册接入既有的ZZ2与ZZ9种段根切片：培养第12天、距根尖3厘米取样，原图比例尺100微米。它是品种和取样条件明确的真实结构照片，不能被改写为某种水肥方案已提高田间宿根吸肥能力的证明。

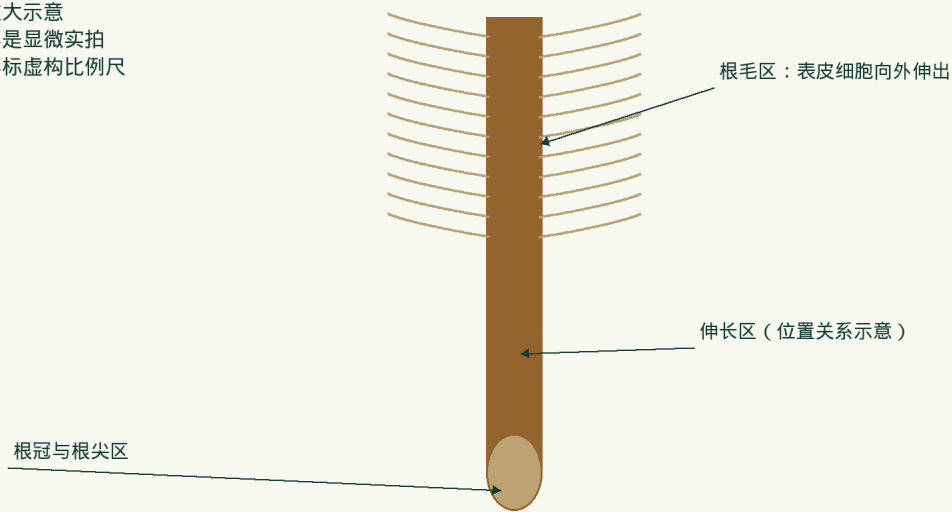


RT_02·图1-2 ZZ2与ZZ9种段根横切面。A为ZZ2，B为ZZ9；原图黑色双向箭头示皮层厚度，黄色双向箭头示维管柱直径，比例尺均为100 μm。转载Zheng等（2025）图4，CC BY 4.0；仅作格式转换和等比例排版，保留原标注。[4]
真实显微图；来源：Zheng等2025 图4；CC BY 4.0；宿根文献[4]

根毛和新根：不是同一个结构

根从茎节根带发生；根毛从根表皮细胞发生，主要见于相应成熟区。

放大示意
不是显微实拍
不标虚构比例尺



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N08·真实组织测量使用独立样品与校准比例尺，不能从本图读取微米数。

精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：显微样品保留材料、处理、根位、取样日、染色、比例尺和独立样本数。

来源：L03, L07。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根1、34章；保护性耕作23—24章。

LC09 肥料如何变成能够到达根面的养分

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

肥料颗粒不会作为完整颗粒进入根。不同肥源经溶解或转化，为土壤溶液提供不同离子；有机物还可能先经历微生物分解与养分释放。土壤矿物和有机质参与吸附、解吸和交换，养分还可能淋失、固定或进入微生物。

养分到根面依赖根的生长探索、溶液随水移动和浓度差驱动的扩散等过程。达到根表面以后，还需跨膜转运和体内分配。因此土壤总含量、提取态含量、根面供应速率与植株实际吸收量是不同指标。

本册用精确关系图连接“肥源—根际—根表—根内—茎叶”，而用真实切片展示组织。把两类图并列，能说明哪些是看见的结构、哪些是基于生理学的过程解释；不能把画出的箭头当成测得的离子轨迹。

GAKI / R4 / D04

养分从土壤到茎叶：三个边界

肥料投入、根面供应和植株吸收分别测；箭头没有定量含义。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D04·根际到茎叶的运输概念图。没有比例尺和速率，箭头粗细不代表流量。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：同步记录肥源、土壤检测方法、根区水分、组织含量与时间；证据层次分别保存。

来源：L03, L06。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作9、23章；宿根7、23章。

LC10 氮：根面供给与吸收能力需要匹配

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

甘蔗可利用的氮涉及铵态、硝态以及特定条件下的可溶性有机氮。尿素等肥源在土壤中的转化还受到水分、温度、酸碱度及微生物过程影响。不能把包装上的总氮量直接当作当天进入甘蔗的氮量。

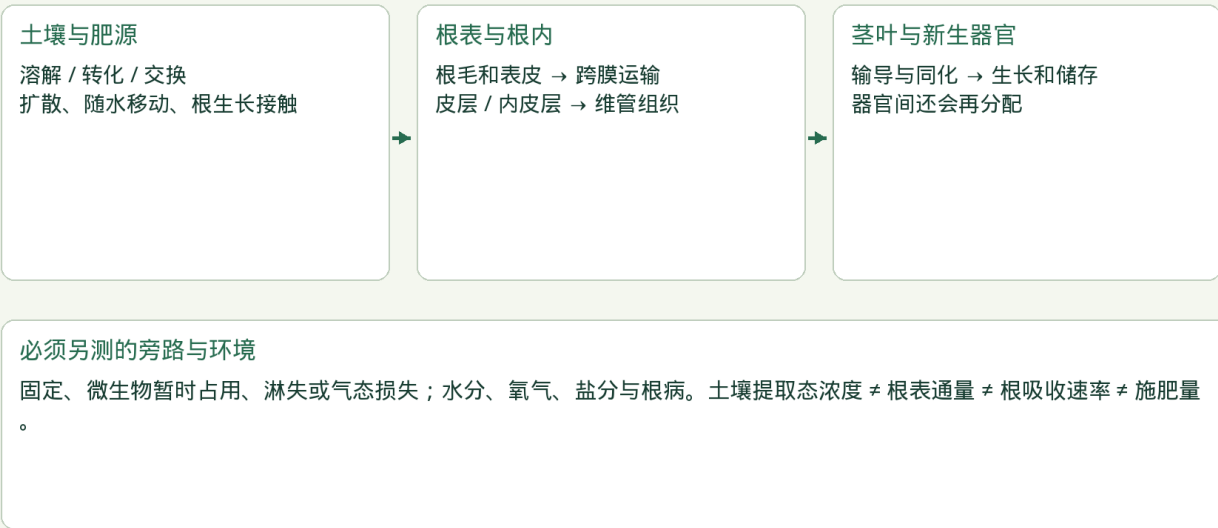
Brackin等的研究把土壤微透析通量与甘蔗根的吸收试验作比较，发现所研究施肥系统中某些无机氮供应超过根的吸收能力。它支持“施得多不等于吸得多”，并不支持各地都按相同百分比减氮，也不能证明有机氮在所有田块占主导。[L06]

氮进入植株后用于多种含氮物质，且会在器官间再分配。要回答是否缺氮，应结合土壤和叶片诊断、根系状况、生育阶段及历史投入。黄叶还可能与渍水、病害或自然衰老有关，不能只按颜色自动追加氮肥。

GAKI / R4 / D04

养分从土壤到茎叶：三个边界

肥料投入、根面供应和植株吸收分别测；箭头没有定量含义。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D04·氮路径与其他离子共用根际运输图；真实吸收量需通量、示踪或质量平衡测定。
原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：N的形态、施用事件、土壤层位、叶位及检测单位逐项填写。

来源：L03, L06。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作9章；宿根23、35章；R3营养与黄化鉴别。

LC11 磷：近根供应、固定与生物参与

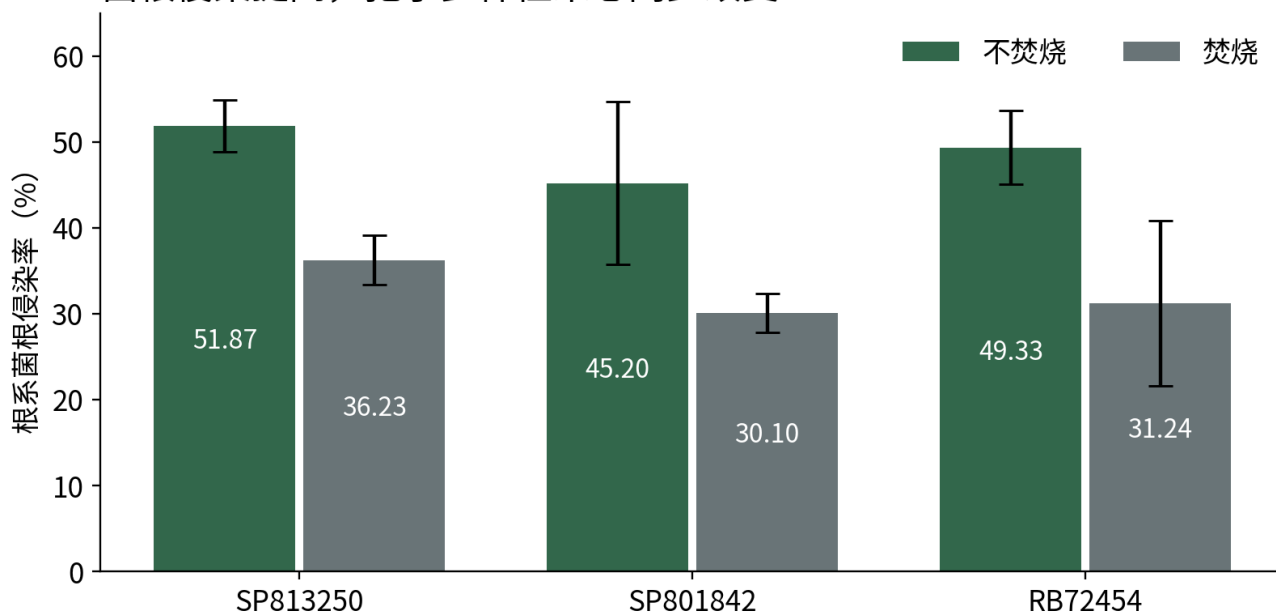
第一部 全生命周期·R4生命周期正文

根吸收的是土壤溶液中的无机磷酸根形态，其比例与酸碱条件有关。总磷较多也可能存在有效供应不足；土壤对磷的吸附和沉淀、根际环境以及肥料位置都影响根能接触的磷。

根毛、细根和菌根等关系可影响根对土壤空间的利用，但菌根侵染率增加不自动等于蔗产量提高。保护性耕作手册已经保存相应试验数据，应把共生结构、营养变化和田间产量作为不同终点。

施磷位置和用量应依当地校准的土壤检测、肥源与种植方式确定。把肥粒堆在芽或幼根旁的近距离照片，并不是合理施肥的标准示范；本册作业图仅显示条带位置概念，实际距离另行验证。

菌根侵染提高，孢子多样性未必同步改变



I26 表4；首次收获后84天；均值±标准差，n=3

CA_int_amf · 保护性耕作：int_amf

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

观察与记录：有效磷检测方法、pH、根层、肥料位置；有菌根主张时另测侵染及功能终点。

来源：L03。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作9、22.15、23.6；宿根7、23章。

LC12 钾与其他元素：营养不能只剩氮磷钾

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

钾以K离子参与渗透调节、酶活动和物质运输等过程；供钾既受肥源影响，也取决于土壤可供性、根系和水分。补钾是否有收益，需要保留原有土壤供钾和其他养分背景。

钙、镁、硫及微量元素也属于完整营养体系。元素之间可能出现缺乏、过量或相互影响。百科条目应把真实缺素照片、组织检测和相似症状鉴别放在一起，不能为每一种黄化选一个固定肥料。

元素P和K与肥料标签P2O5、K2O不是相同单位。采用 $P2O5 \approx P \times 2.291$ 、 $K2O \approx K \times 1.205$ 作单位换算，并将产品质量、元素量及氧化物当量分列。换算只能统一账本，不能独立决定施肥量。

GAKI / R4 / D06

逐节营养：记录存量，再解释净变化

本版不提供“每长一节固定施多少肥”的虚假常数。

先求器官元素存量

$$Q(\text{克}) = M(\text{克干物质}) \times c(\text{克元素/千克干物质}) \div 1000$$

再求同一边界内净变化

$$\Delta Q = Q(t_2) - Q(t_1)。$$
根、茎、叶分别测；未测根时必须称地上部。

有真实新增节数，才作归一化

$$\Delta Q / \Delta n：$$
单位新增可见节对应的净积累； Δn 需大于0，并保持样本单位一致。

脱落/移出另记；这不是一节的独立建造成本，也不是根总吸收或应施肥量。

单位换算： $P2O5 \approx P \times 2.291$ ； $K2O \approx K \times 1.205$ 。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D06·养分计量分层与单位关系；含量、积累、移出和施肥是不同账目。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：标签、批次、含量表示法、伴随元素、混配和累计投入；不只记录产品公斤数。

来源：L03, L05。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根23章及用户配方换算；保护性耕作9章。

LC13 出叶、展叶与叶片衰老的连续过程

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

新叶从茎顶发育并依次展开；尚未展开的心叶、叶枕已显露的展开叶和下部衰老叶应分开观察。叶片的发生、展开和死亡是并行过程，因此植株不断出新叶时，现存绿叶数也可能变化不大。

每个叶片与其着生节有器官学联系，但田间可见茎节与可见叶片不必一一对应：幼节可被叶鞘包裹，老叶可脱落，基部节间又可能很短。图中一个发育单元重复出现，用于解释结构，不把六格示意写成甘蔗一生只有六节。

叶片记录采用连续叶号和状态变更：未展、展开绿、部分黄化、枯死附着、脱落。补拍病斑、虫食和撕裂等异常。为了显露节位而剥叶会改变后续观测，拆解样株应与连续测量样株分开。

GAKI / R4 / D05

逐节、逐叶记录的器官单元

这里仅示意编号单元逐个增加；六格不代表固定天数、株高或最终节数。

编号示意 01

1

每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 02

12

每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 03

123

每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 04

1234

每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 05

12345

每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 06

123456

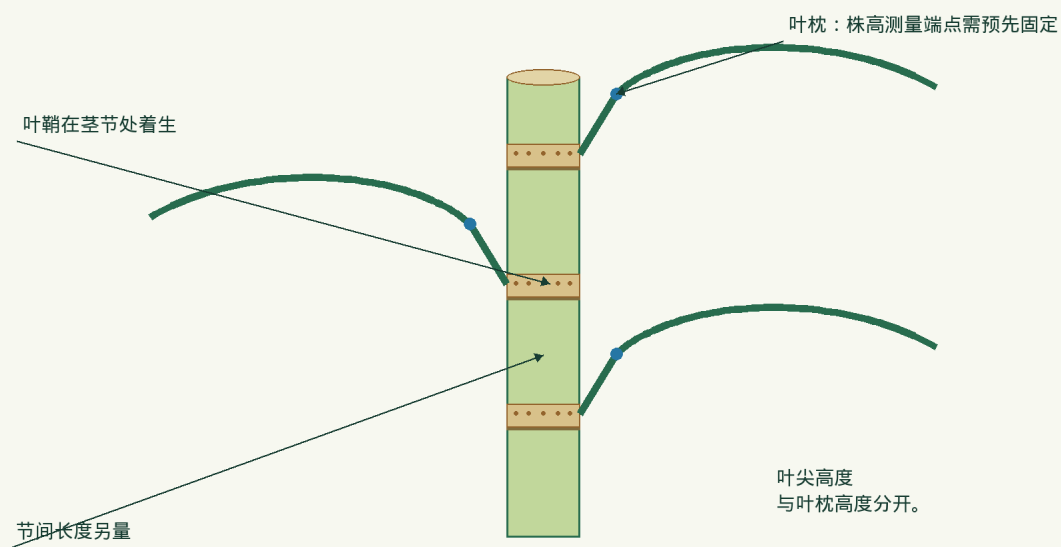
每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D05·六格器官单元重复示意：每格增加一个编号单元；不是实际叶数、节数或时间序列。
原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

叶片与节：连接关系和测量端点

叶鞘着生于节；叶片展开、枯死、脱落与可见节数分别记录。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N07·器官示意；不据图中三片叶推定任何阶段的真实叶数。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：同茎连续拍照；叶号不因脱落而重排；分别统计当前存量与累计产生量。

来源：L01, L12。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：R2生长与测量；宿根3章。

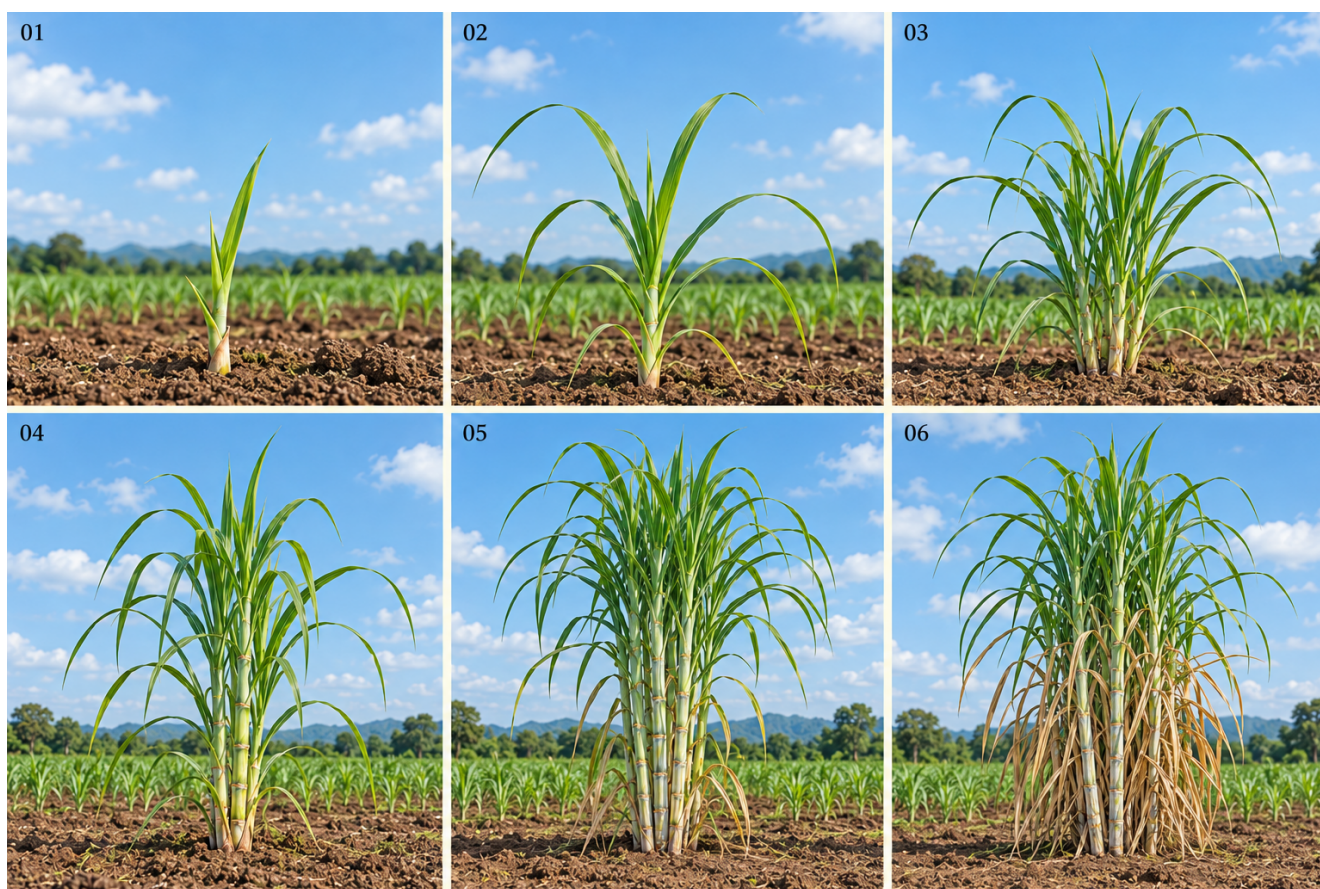
LC14 分蘖：从苗数走向有效收获茎

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

分蘖增加群体中的新梢，但早期所有新梢不会必然成为可收获茎。不同出苗时间的分蘖会面对不同光、水、养分和空间条件，一部分继续生长，一部分受到竞争、病虫或作业影响而死亡。

评价补苗、灌溉或促芽措施时，依次观察出苗过程、分蘖高峰、保留下来的有效茎、单茎重和净蔗产量。只展示苗更密的照片，不能证明最终增产。整行苗数与带身份的个体存活率也要分别计算。

固定样段用于非破坏性连续计数，独立样段用于挖根和组织测量。新出现的分蘖另编号码；不要把后来的新苗计入原先一批苗的存活率分子。补苗技术还需考虑苗龄差、作业成本和本地收获方式。



A02·AI地上生长系列：出土、幼苗、分蘖、开始伸长、旺长期、成熟。各格取景比例不同，不能读高度或精确计数。

AI外观示意；来源：本项目生成；提示词见data/ai_prompts.json

观察与记录：出苗批次、分蘖号、死亡原因、有效茎和单茎重；以相同净面积测产。

来源：L01, L02。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根2、3、25章；保护性耕作8、19章。

LC15 拔节和伸长：高度来自哪些变化

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

茎秆增长包含新器官形成与已有节间伸长。一个新增可见节出现，并不表示这一节在当天才完成全部组织建造。测量时记录新显露节位、各节间长度和直径，才能区分节数增加与节间变长。

冠层的碳同化、水分状态、根际供应及温度共同影响生长；倒伏和弯曲则会改变垂直高度而不按同样比例改变茎长。不能仅以株高排序判断产量，也不能由一根5米茎推定该田单位面积产量最高。

为每个代表茎建立节位台账。首测先定义从哪一节开始编号，随后仅在真实观察到新增节时追加一行。若叶鞘遮挡则记“不可判定”，不要补成连续整数后当作实测；破坏性解剖可以另建更完整的节位图。

GAKI / R4 / D05

逐节、逐叶记录的器官单元

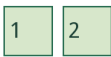
这里仅示意编号单元逐个增加；六格不代表固定天数、株高或最终节数。

编号示意 01



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 02



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 03



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 04



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 05



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

编号示意 06



每单元关联：节位、节间、叶、芽。
可见情况与器官身份分开记录。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D05·逐节台账的结构基础。图中编号为解释用，不规定品种最终节数。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：每节长度、直径、可见日、叶号、损伤与照片；同时保留完整茎照片和标尺。

来源：L01, L12, L13。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：R2高度、节数与天气；保护性耕作19章。

LC16 每长一节的养分需求：如何测量与解释

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

目前核对的资料没有提供可通用于所有品种、天气和节位的“每新增一节固定需要多少N、P、K”。一节变得可见的同时，根、叶、分蘖和旧节间也在生长，体内还发生养分再分配；因此不能把每吨蔗养分除以假定节数，写成逐节施肥处方。

可测的是同一观察边界内不同日期的器官干物质量与元素浓度。某器官元素存量 $Q = \text{干物质量}M \times \text{浓度}c$ ；若 M 用克、 c 用克/千克，则 $Q = M \times c / 1000$ 克。加总得到植株或单位面积存量，再报告两次取样的净变化。

在新显露节数确实增加且样本单位一致时，可计算“单位新增可见节对应的整株净积累”，但必须保留这个完整名称。它不是该节的独立营养成本，不是根的总吸收通量，也不是应补的肥量。破坏性样本需用匹配群体比较，不能声称同一株被反复完整收获。

GAKI / R4 / D06

逐节营养：记录存量，再解释净变化

本版不提供“每长一节固定施多少肥”的虚假常数。

先求器官元素存量

$$Q(\text{克}) = M(\text{克干物质}) \times c(\text{克元素/千克干物质}) \div 1000$$

再求同一边界内净变化

$$\Delta Q = Q(t_2) - Q(t_1)。$$

根、茎、叶分别测；未测根时必须称地上部。

有真实新增节数，才作归一化

$$\Delta Q / \Delta n：$$

单位新增可见节对应的净积累； Δn 需大于0，并保持样本单位一致。

脱落/移出另记；这不是一节的独立建造成本，也不是根总吸收或应施肥量。

单位换算： $P_{2O5} \approx P \times 2.291$ ； $K_2O \approx K \times 1.205$ 。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D06·逐节营养质量平衡。缺少真实干重、浓度或新增节数时，结果留空。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：模板提供原始量和计算字段；脱落、死亡和采样移出另记，未测根的研究称“地上部”。

来源：L05, L06。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：新增记录表；宿根23、32、33章。

LC17 已有真实营养数据：单位产量不能换成每节处方

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

Leite等研究提供不同产量组的第一宿根地上部N、P、K积累。图中选择100—120 Mg/ha鲜蔗产量组：N为149 kg/ha，P为25 kg/ha；K在排除高钾地点与包含全部地点的两种统计口径下分别为281和333 kg/ha。[L05，表3]

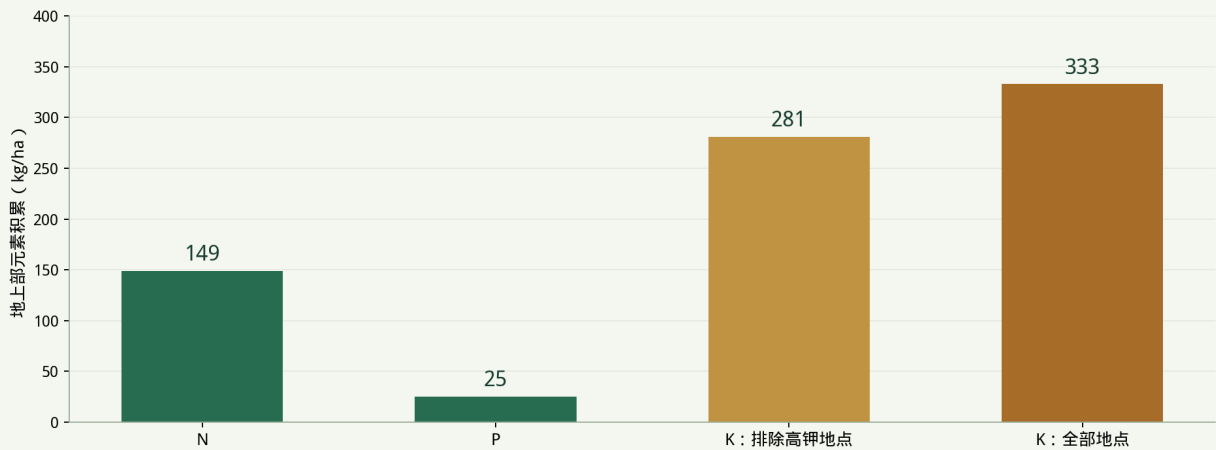
这些是研究条件下地上部元素存量统计，不是整株含根吸收量，也不是该产量目标应施入的肥料量。原表的产量组不是人为设置的六档施肥处理，本册不把组间关系解释为施肥因果效应。

把已发表数据用于百科时，同时展示单位、器官边界、地点年度和数据筛选条件。施肥预算还需本地土壤供肥、前茬残留、有机投入及养分损失等信息；没有这些信息时不计算统一追加量。

GAKI / R4 / D07

地上部养分积累：一个真实产量组

Leite等2016，表3；第一宿根，鲜蔗产量组100—120 Mg/ha



同为K的两柱是不同汇总口径，不能相加。不是施肥量、根系总吸收量或逐节需求。
来源 L05。未添加原表未给出的误差线；不将分组均值解释为施肥因果效应。

D07·真实发表数据重绘：巴西第一宿根，表3的100—120 Mg/ha产量组。两根K柱属于不同汇总口径，不能相加。
发表数据重绘；来源：L05

观察与记录：保留数据原表定位；若开展本地试验，收获移出与全部地上部积累分别测。

来源：L05。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作9章；宿根23、33章。

LC18 施肥、灌溉和根区环境一起安排

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

施肥操作前先判断限制来自养分不足，还是根区过干、缺氧、盐分、压实或根病。后一类问题可能使肥料增加而吸收仍然受限。先恢复适宜的根区条件，再依据检测和当地推荐安排总量、分次及位置。

条施、沟施、滴灌或其他水肥一体化方式都需要校准：单位行长产品量、供水均匀度、实际面积、喷头或滴头流量及全季累计量。每次操作同时记录土壤水分和天气，避免把计划流量直接当成实际入田量。

图示作业包括下种、覆土、幼苗灌水、侧带施肥、行间浅除草和收后查莖。第03格湿润水面只表达供水过程；不表示应使根区持续淹水。颗粒数量和距离不表示推荐剂量或安全间距。



A05·AI田间工序六格示意；不是产品、剂量或作业深度标准。图06为表层查桩，地下芽和根仍需独立挖样。

AI外观示意；来源：本项目生成；提示词见data/ai_prompts.json

观察与记录：每次用水量、产品量、含量、覆盖面积、管路与时间；雨前后复查水气和损伤。

来源：L02, L03。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作9、10、17章；宿根22、23章。

LC19 除草、浅中耕、培土与覆盖

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

杂草会与幼蔗竞争资源，管理要记录物种、密度、叶龄及发生位置。早期浅中耕或定向除草要保护芽、茎基和根；作业过深、过近或在湿土中反复通过，可能造成新的伤根和压实。

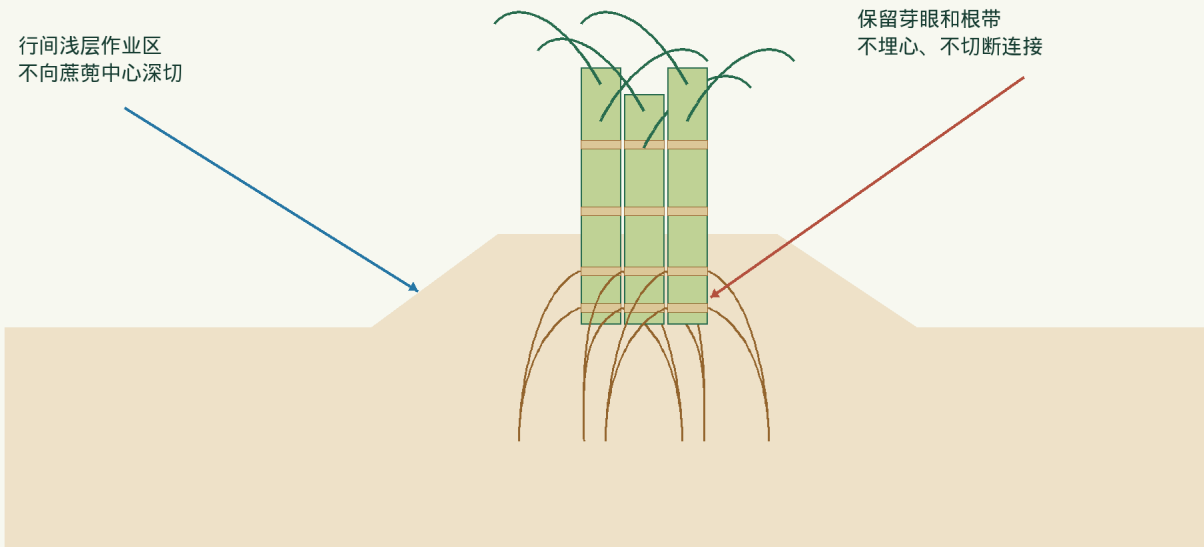
覆盖可影响光、水、温度和杂草出苗，但冷湿行顶厚覆盖与旱地保水并不是同一情景。根据蔗区和当时条件管理行顶与行间，保留覆盖量、覆盖率、芽区温度和出苗结果，不预先假定覆盖越多越好。

除草剂纳入R3的有效成分、暴露和药害条目，并保留国家、登记日期、商品标签和适用阶段。田内处理、邻田漂移和药箱残留分别建档；图库展示症状时需有健康对照和暴露记录，不能凭颜色确定成分。

GAKI · 节位校正与全书配图 · N12

培土与浅中耕：保护节部的芽和根

靠近蔗蔸的作业先核对地下节位，不能按地表株高猜测芽的位置。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

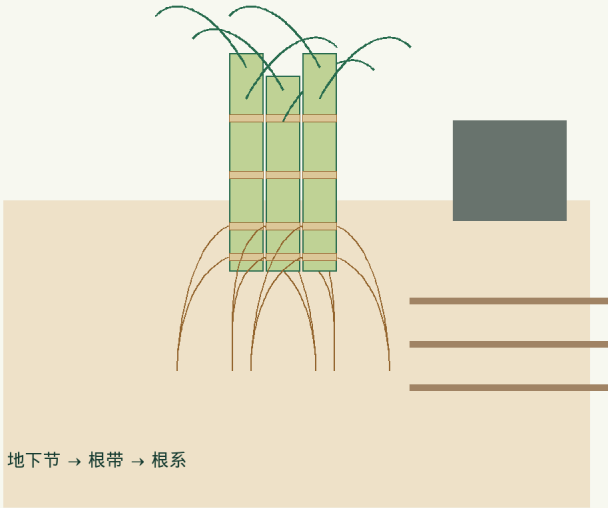
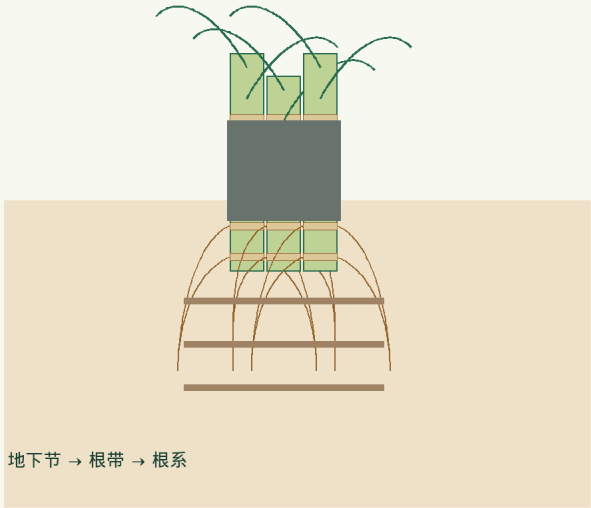
N12 · 图示作业边界的判断逻辑，不给统一作业深度和距离。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

固定交通带：把轮迹与节部根区分开

轮迹位置、载荷、次数与土壤含水量共同记录。

轮迹进入蔗行：检查新增损伤

轮迹固定在行间：保护种植带



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N14·示意土壤受力位置，不模拟真实应力场或固定增产率。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：控草前后同位置照片；草种、投入、根/芽受伤及恢复一并登记。

来源：L02, L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作7、11、12章；宿根24章；R3除草剂与杂草。

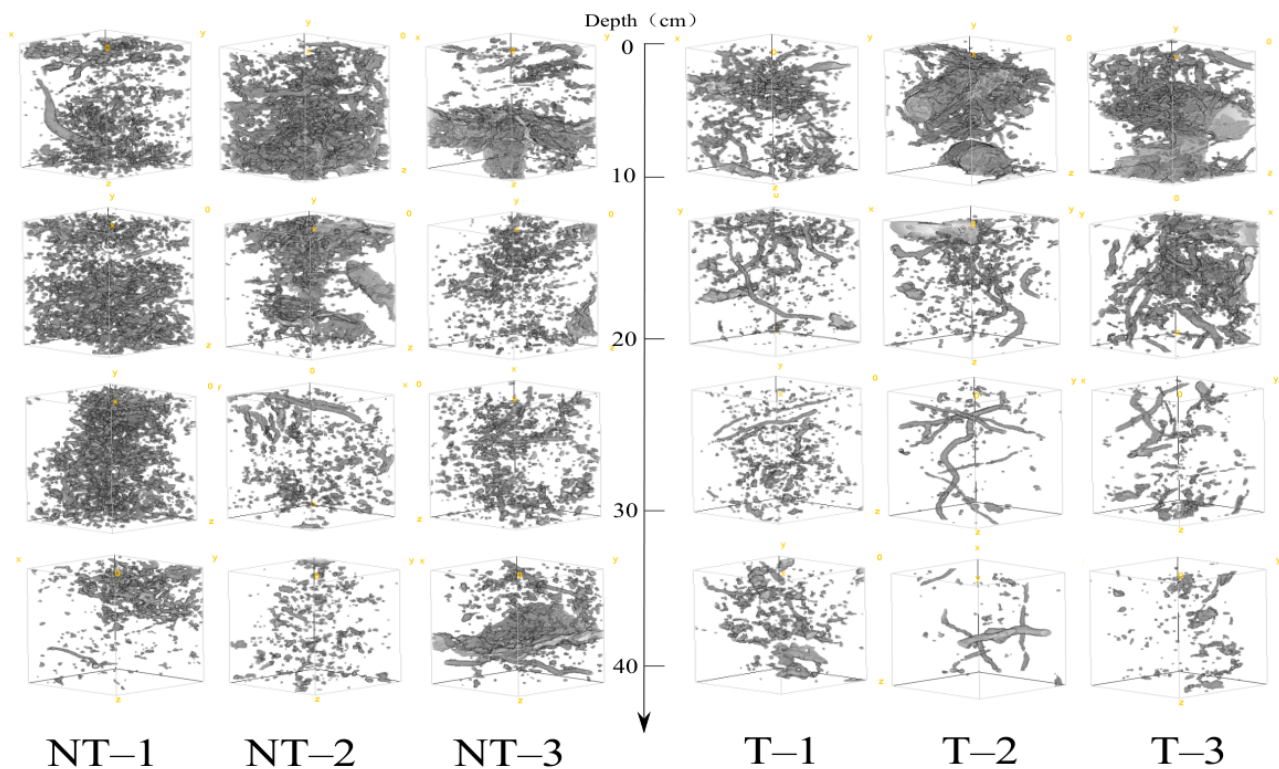
LC20 保护性耕作的地下变化：把微观与产量接起来

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

少扰土、残体覆盖和固定交通带可能改变孔隙、团聚体、水气及根际生物环境。不同土壤和气候下的结果可能不同，保护性耕作应保留可检验的作业组合，而不是把某个名称当作自动增产的保证。

原手册中的土柱CT展示孔隙网络；微生物图展示群落相对组成；菌根数据展示对应试验的侵染或孢子指标。这些与根系吸水吸肥、净蔗量和糖产量处在不同证据层，需用同一试验编号衔接。

本册保留原始微观图的来源和限制，并将其连到切种建苗、根区营养与多年宿根。未来新增对照图应保持土层、采样日期、含水状态和成像条件一致，先看结构和功能，再看跨季收益。



CA_int_ct_total·保护性耕作：int_ct_total

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

观察与记录：原状土、根系、土壤水气、微生物和产量共用小区号；各指标保留独立方法。

来源：L11, L15, L16。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作20—24章；宿根6、7、29章。

LC21 白天、夜晚、晴雨及极端天气怎样进入同一序列

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

白天有光时叶片进行光合作用，植株同时呼吸；夜间没有相同的光合碳输入，但呼吸、物质运输和生长并不统一停止。气孔、蒸腾和根系过程还受水分、温度及空气湿度影响，不用固定的“白天吸肥、夜间停吸”规则配图。

雨天要分别记录光照下降、叶面湿润、土壤补水和过量积水；晴天也要区分适宜光温与高温高蒸发需求。台风、倒伏、淹水、干旱、热害、寒害、冰雹或盐雾沿用R2天气专题，并与R3机械、生物和药害因素交叉。

每个事件按发生前、事件中、结束后和恢复或死亡连续拍摄，时间间隔随过程确定。一次晴天照片与另一季雨天照片不能构成天气效应对照；真实天气站、土壤水分和作业记录应跟同一茎或同一固定样段关联。

GAKI / R4 / D08

同一阶段的昼夜与晴雨观察

每格都需要独立记录；天气类别不能替代实际辐射、温度和土壤水分。

晴天 · 白天

记录光照、热负荷、气孔/蒸腾与土壤水分；有光合，也有呼吸。

晴天 · 夜间

记录夜温、湿度、呼吸与生长；不把吸水吸肥统一记为停止。

雨天 · 白天

区分弱光、叶面湿润与根层补水；另查积水、径流和风。

雨天 · 夜间

记录湿润持续时间、排水与缺氧风险；不只用“夜雨”代替强度。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D08 · 昼夜晴雨的观察矩阵。图示观察重点，不承诺生理指标一定增减。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：光照/辐射、气温、湿度、雨量、风、土壤水分和时区；过程值缺测时留空。

来源：L01, L12, L13。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：R2全部18个天气专题；R3天气、生物和机械交互。

LC22 3米、4米、5米：情景图与真实株高分开

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

根据用户要求，本册建立3米、4米、5米三种终高展示情景，均按LC02的同一测量端点。它们是用于后续视觉编排的目标尺度，不是根据晴雨直接预测出的结果，也不表示所有甘蔗一生必定处于这个范围。

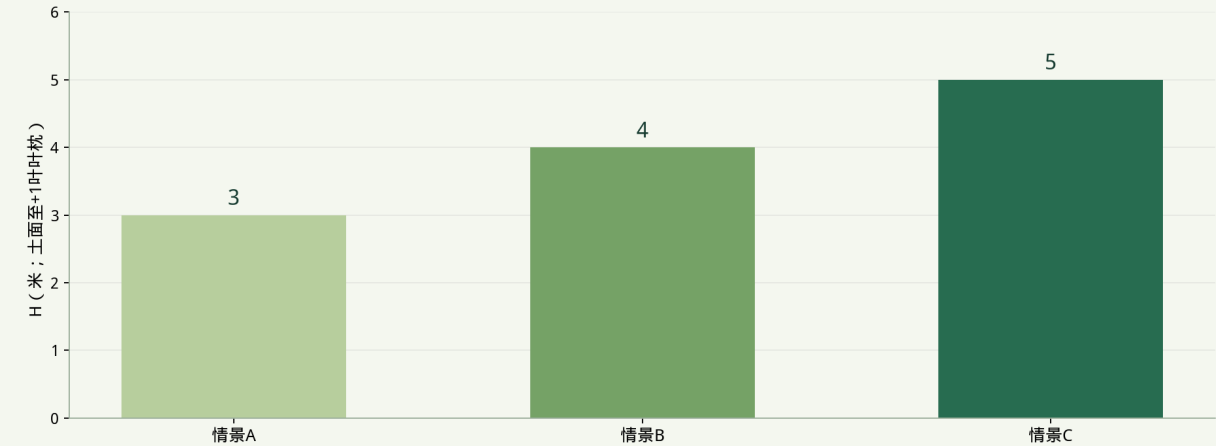
达到某个高度还与品种、有效生长期、温度、辐射、水肥、土壤、群体密度和损伤有关。干旱、渍水或折断可能使终高不足3米；特定材料和条件也可能超出5米。没有当地验证模型，不给每种天气分配一个确定最终高度。

连续成图先记录真实时间和真实高度，再按同一标尺排版。若只有情景目标而没有中间测量，不用直线或平滑曲线填满每一天。节数、叶片数和枯叶数保持独立字段，不从高度柱反推。

GAKI / R4 / D09

3米、4米、5米：统一高度尺度

仅为视觉展示情景；不是田间观测或天气预测。



+1叶：从顶部向下第一片叶枕清楚可见的展开叶；叶尖高度另记。
没有中间测量点，因此不画假定生长曲线，不推算节数、叶数或枯叶数。

D09·3、4、5米均为展示情景，无田间观测点。柱高只表示指定的垂直尺度，不画假定节数。

设定尺度示意；来源：用户要求的3/4/5米展示尺度，无实测数据

观察与记录：若要转成当地预测，需要品种、地点、历时、天气和同口径重复测高数据。

来源：L12, L13。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：R2真实高度数据图；本版逐茎记录表。

LC23 成熟、收获与下一季的起点

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

成熟期仍存在绿叶、茎秆、根系和蔗蔸的生理活动。下部枯叶增加不必然等于可收糖最高，收获判断应结合当地糖分和品质测定、蔗龄、倒伏风险及运输加工安排。

采收既收取本茬产量，也改变下一茬的芽和根环境。检查漏收、含杂、切口压裂、拔蔸、伤芽和轮压，并在固定行段量化。收割刀位要看实际地面和芽位，不能把某研究中较优切深当作所有机器的统一设置。

留在田间的残叶应根据分布和当地气候处理。收后即保留蔗蔸与交通带照片、土壤含水率和作业轨迹，为宿根缺苗追因提供基线；否则数周后难以区分收获损伤与随后病害、干旱或积水。



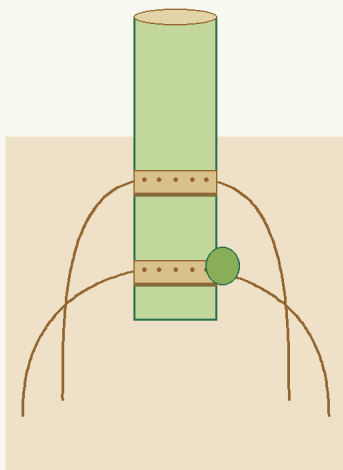
CA_harvester_0_1 · 保护性耕作：harvester_0_1

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

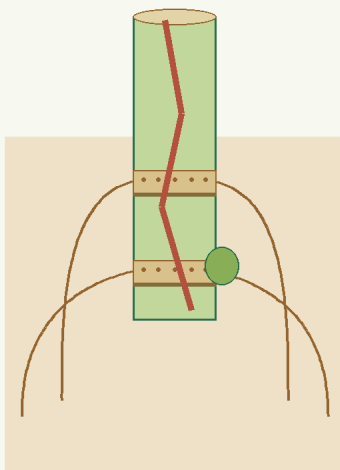
收后检查：切口、节部芽、根带逐项看

不能以桩口整齐替代地下检查；根不从茎基切面画出。

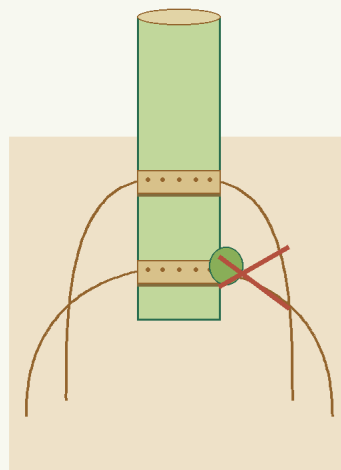
保留的节与芽



劈裂或破篁



根带附近新损伤



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N13 · 红色是检查位置的概念标示，不表示病原感染已发生。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：本茬净蔗/糖量、收获损失、伤芽、破篁、压行、土壤水分及残体覆盖。

来源：L08, L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作13—15、21章；宿根8—11章。

LC24 第一季宿根R1：新梢从留下的芽重新开始

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

R1从新植收获后的再生开始。地上收获茎已被切走，新梢从保留茎基的活芽形成；不是原来同一根地上茎继续长一年。旧根与新根可能并存，新根的形成和旧根功能需分别观察。

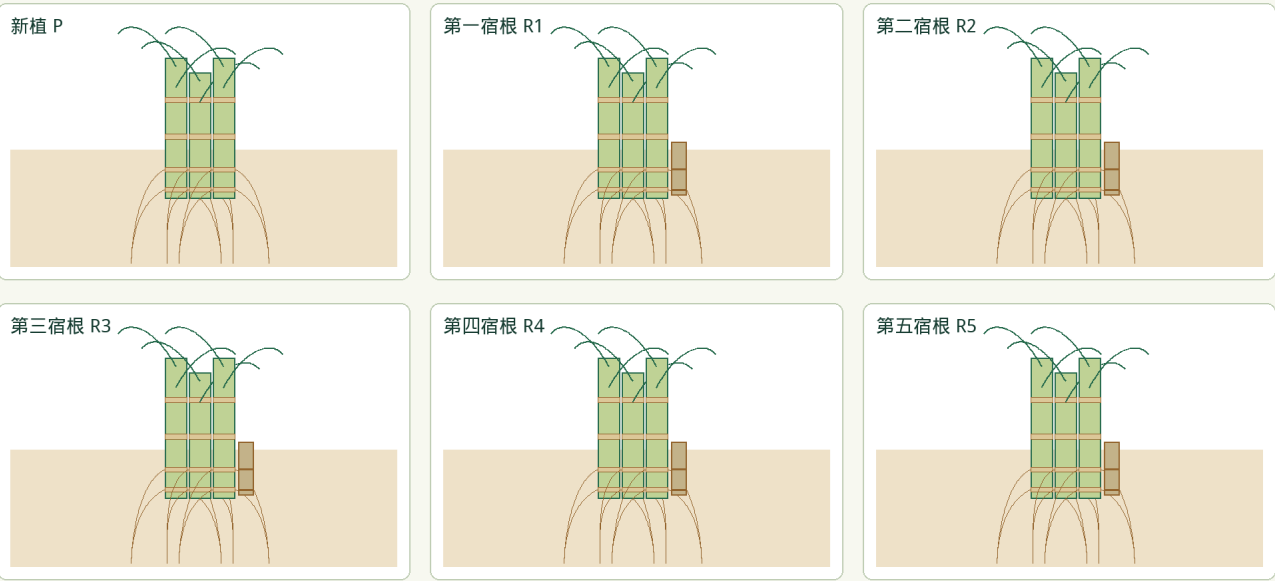
首先判断蔗蔸能否保留：芽是否健康、切口和根颈连接是否完整、缺株是否过多、病害和根区限制是否可控。先疏排积水、处理明显作业问题，再结合土壤和植株诊断安排肥水，避免把所有出苗慢都归为缺肥。

以收获日为零点建立出苗曲线；比出苗早晚更进一步，要核对成茎、单茎重和实际测产。保留同地块新植基线，比较时注明两季天气和生长期差别。

GAKI·节位校正与全书配图·N09

P与R1-R5：每季新梢均从节部芽眼再生

各格只表示作物周期；不把旧茎画成持续长五年，也不预定逐年减产。

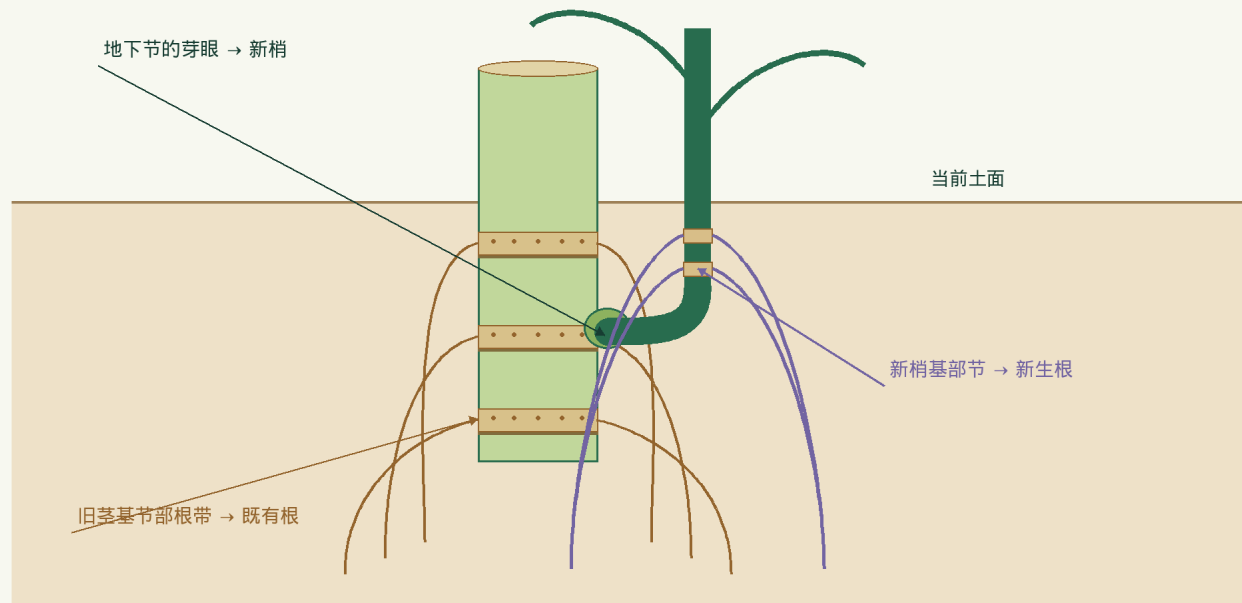


结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N09·根发生在地下茎基的节部，图中株数、根数和株高均非田间测量。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

宿根再生：从地下茎节的芽眼开始

留下的是茎基部、活芽和部分既有根；新梢自己的基部节还会发生新根。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N06 · 所有根从所属茎节的根带发出；普通根不直接萌发甘蔗新梢。

精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：R1收后芽、根、新苗、缺株、有效茎、净蔗和糖量；具体日期据实际收获填写。

来源：L02, L08。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根1—3、8—11、22—25章；保护性耕作15章。

LC25 第二季宿根R2：检查上一轮管理是否真的有效

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

R2在R1收获后再次形成新的一季茎叶。此时需要把连续两次收获的伤蔸、交通、残体和缺株记录放在一起，辨认问题是一次事件，还是在相同位置反复出现。

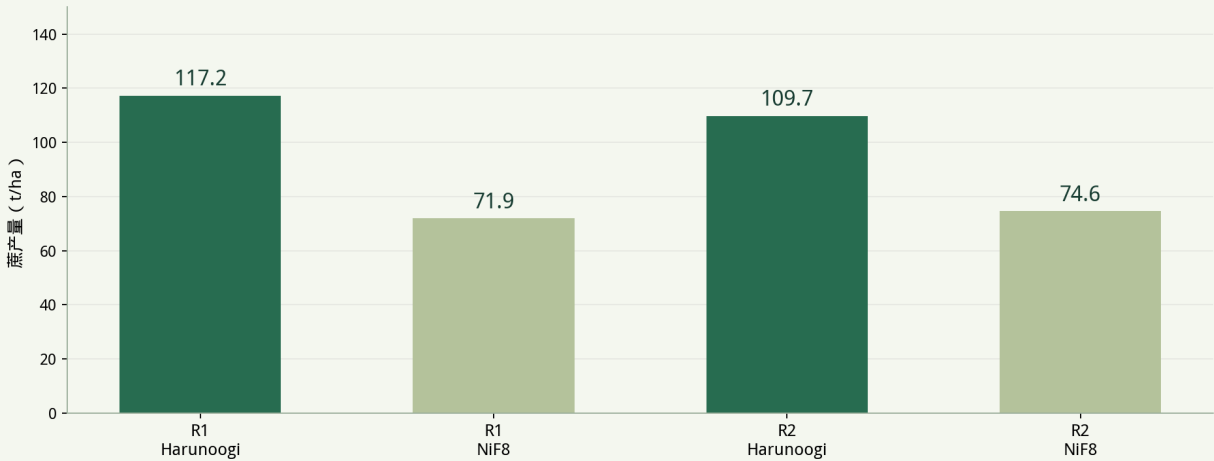
品种的宿根能力必须分茬评价。JIRCAS的当地比较中，Harunoogi与NiF8在第一宿根的蔗产量分别为117.2和71.9 t/ha，第二宿根为109.7和74.6 t/ha；不同茬次采用不同年份汇总，不能画成同一年环境控制下的老化曲线。[L09]

本地的决策重点是健康有效茎、糖产量和成本是否维持。土壤检测、叶片诊断及病原检测按需要重复；更新施肥账和缺株位置，而不是沿用上一季的产品量后忽略本季供肥与天气。

GAKI / R4 / D10

品种的宿根表现：分别看每一季

JIRCAS/NARO当地品种试验；不同茬次汇总年份不同。



R1为3年均值，R2为2年均值。不同汇总范围不能当成统一环境下的老化曲线。
来源 L09 原表；原报告统计说明见链接，本图不新增误差线或跨季显著性。

D10·日本品种比较的真实均值；第一宿根3年、第二宿根2年汇总，原报告显著性见来源，不增画未知误差线。
发表数据重绘；来源：L09

观察与记录：R1和R2同位置缺株/轮迹图；单位面积净产、糖分、肥水与作业成本。

来源：L09。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根25、31、33章；保护性耕作16、19章。

LC26 第三季宿根R3：把累积因素按位置拆开

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

进入R3并不自动意味着必须减产；但多轮收获、病原传播、土壤水气和养分收支的影响需要逐项检查。把田边、地头、轮迹、低洼和正常行带分别标在图上，避免用全田平均掩盖局部退化。

缺株区先确认仍有多少健康蔗莖、芽和新根。补苗、局部改良或整田更新各有成本，不能只因表面稀疏就同样处理。疑似宿根矮化病等系统性问题还需合适检测，机械卫生和健康种源属于跨季管理。

本季的技术目标从“苗更多”细化为：有生产价值的茎是否增加，单茎质量和糖分是否保住，额外作业是否伤根或压行。比较至少保留实际净区和独立重复，并记录气候与生长期。

GAKI / R4 / D11

P + R1—R5：每季都要重新作保留判断

季次与公历年分开记录；旧地上茎收走，新梢和新根进入下一周期。

新植 P

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第一宿根 R1

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第二宿根 R2

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第三宿根 R3

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第四宿根 R4

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第五宿根 R5

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

每次收获后的出口

状态与收益支持 → 继续保留；限制可修复 → 先处理并验证；不宜保留 → 更新/轮作。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D11·P至R5的每季检查窗口相同，诊断重点按实际历史增加；图中没有预设产量下降百分比。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：跨三次收获叠加缺株图、病害检测、根区限制、作业事件与经济账。

来源：L08, L10, L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根10、12、25、32—36章；保护性耕作16章。

LC27 第四季宿根R4：维持生产能力与评估更新

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

R4继续利用的是存活且可再生的茎基—芽—根系统，而不是保持原来每一条根不变。观察新的根尖、活芽与成茎，同时检查旧损伤、菟位变化和土层限制；仅看蔗菟变大不能证明吸收能力更强。

泰国一项六年灌溉系统试验显示，当地灌溉处理可持续到第五宿根，而雨养处理延续较短。这是特定地点和系统的证据，不能推导“灌水必定保证五季”或为本地设定未经验证的灌水量。[L10，摘要]

到R4应同步准备保留和更新两套生产账：预计净糖收益、管理成本、健康种苗和重新建植成本、轮作机会及下一季风险。比较采用同一经济期限；不同生长期的产量不能直接按一次收获高低作结论。

GAKI / R4 / D11

P + R1—R5：每季都要重新作保留判断

季次与公历年分开记录；旧地上茎收走，新梢和新根进入下一周期。

新植 P

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第一宿根 R1

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第二宿根 R2

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第三宿根 R3

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第四宿根 R4

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

第五宿根 R5

起止日期·活芽/新根
缺株/病虫·产量/糖/成本

每次收获后的出口

状态与收益支持 → 继续保留；限制可修复 → 先处理并验证；不宜保留 → 更新/轮作。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D11·每季复核与保留/更新判断图；“R4”是季次，不是固定株龄或固定根龄。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：本季与预期下一季的收益、病害负担、缺株、根区可改良性和可用种源。

来源：L10, L11。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根28、36章；保护性耕作16、24章。

LC28 第五季宿根R5：五年目标必须由真实连续记录支撑

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

R5属于第五次宿根收获周期。百科中保留P、R1、R2、R3、R4、R5的独立身份与实际日期，不能把缺失的中间季图用同一图片换标签补齐，也不能把六个AI格子称为五年田间追踪。

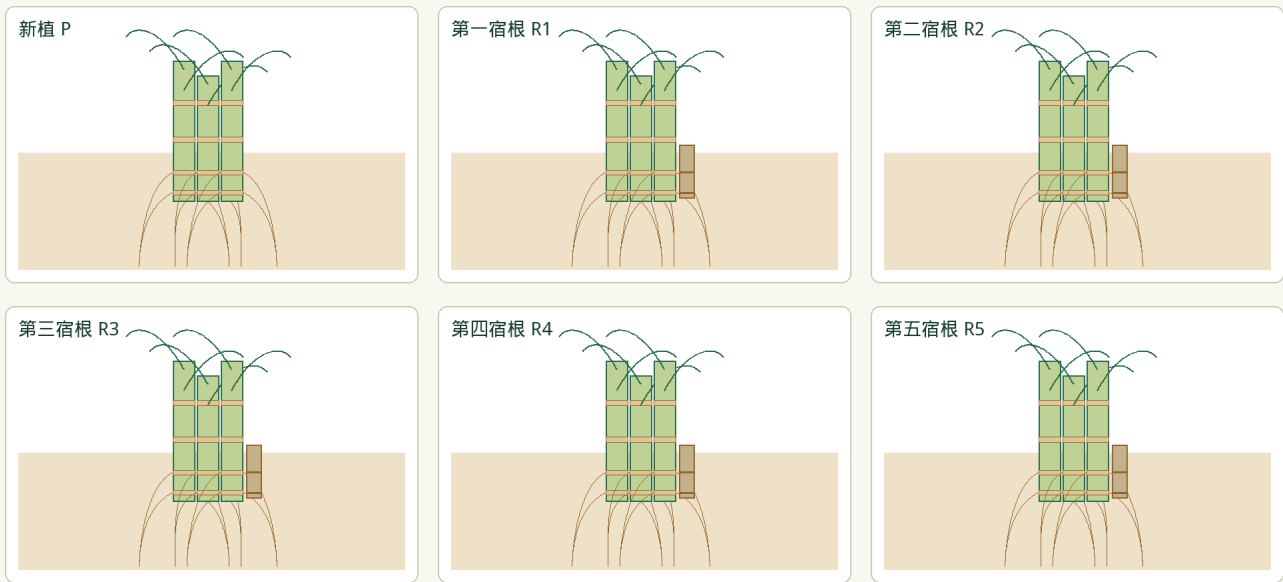
泰国六年试验摘要给出地表滴灌首年179 t/ha、最后两年128—130 t/ha及六年平均147 t/ha；未获得逐年完整表，因此本册仅登记这些摘要范围，不给R1—R3插值、不把128和130擅自分配到某一年。[L10]

继续保留R5以后的宿根，应依据本地健康状态、产量糖分和收益，而不是由“已经五年”单独决定。若需要更新，灭茭与保留宿根的松土、清叶必须严格区分；更新结束后回到健康种源、地块修复与新植流程。

GAKI·节位校正与全书配图·N09

P与R1-R5：每季新梢均从节部芽眼再生

各格只表示作物周期；不把旧茎画成持续长五年，也不预定逐年减产。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N09·根发生在地下茎基的节部，图中株数、根数和株高均非田间测量。

精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

观察与记录：六周期同口径测产和照片；缺失季保持空白，另记实际历时和品种变化。

来源：L10, L11。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根36章；保护性耕作16、21.8；本版六周期台账。

LC29 提高宿根产量：先找限制，再选技术

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

提高产量可以来自更多有效茎、更合理的单茎生长、更少收获损失或更高可回收糖；这些路径可能互相影响。保留净蔗量、糖分、糖产量和净收益四项结果，不用单一株高或早期芽数代替。

技术组合围绕实际限制选择：健康种苗与适用品种，减少伤蔸和压行，改善排水与供水，按检测补齐营养，管理杂草病虫，合理覆盖，必要时补缺或更新。保护性耕作和宿根书中不同国家的试验为选择提供证据入口，而不是可直接相加的增产百分比。

组合试验至少比较现行管理与完整改进体系；要解释哪一环起作用，再增设拆分处理。不同季次保持小区和收获身份，记录新增燃油、人工、肥水及设备费用。结果包括无显著差异和不利影响，才能判断是否值得扩大。

GAKI / R4 / D12

提高宿根产量：从结果追到限制

没有通用的固定增产百分比；各技术效果不能直接相加。

净蔗产量

单位面积有效茎数 × 平均净单茎重；与实际净面积称重相互核对。

保住有效群体

健康种源/芽 → 伤蔸与病虫 → 缺株与成茎

支持单茎生长

水气/根区 → 营养/光温 → 伸长与积糖

减少损失与成本

倒伏/漏收/含杂 → 净蔗与糖 → 额外投入

最终评价

净蔗量、可回收糖和跨季净收益一起报告；以对照、重复和真实收获验证。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D12·产量构成与技术诊断关系图；各项并非保证可相加的增益。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：有效茎/面积×平均净单茎重核对净蔗量；糖率、损失、成本另列。

来源：L08, L09, L11。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作19、22、24章；宿根32、33、35、36章。

LC30 机械与碾压：把种植、收获、宿根管理接成一套

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

机具选择首先匹配行距、轮距、转弯空间、土壤承载和作业目标。切种种植机、条带施肥机、行间控草机、残叶处理机、收获机及转运车之间需要协调，才能减少重复碾压和压蔗行。

本册把原手册真实机具图接入统一目录：日本—泰国局部深耕施肥植付研究样机、DMB种植与施肥设备、IISR宿根管理装置及青蔗收获实例。官方图片用于辨认结构与用途，不能替代独立田间增产试验。

试作业后检查施肥/下种均匀度、切口、伤芽、断根、入土和轮迹，记录实际速度、作业深度与土壤水分。深松仅用于明确的土层限制；灭菟机用于终止旧蔗菟，不能编入保留宿根的日常操作。

观察与记录：作业前—试作业—作业后—再生结果同样段追踪；原机具图与现场验收分开。

来源：L14。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：保护性耕作3、17、21章；宿根8—11章；R3全部机械/碾压情景。

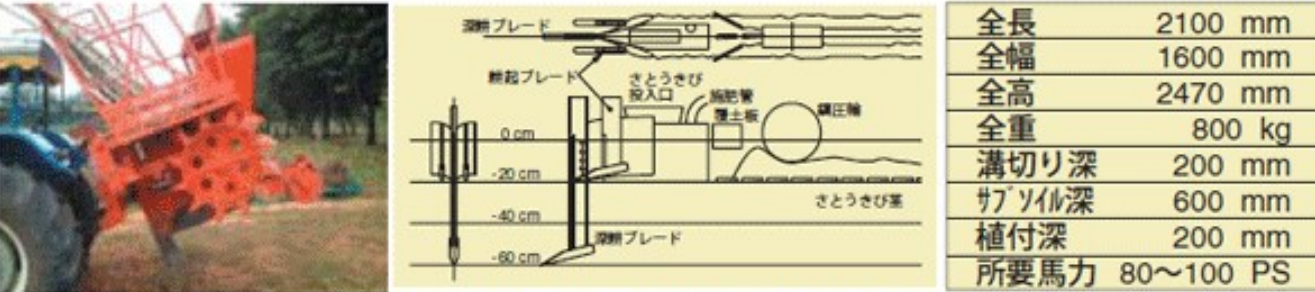


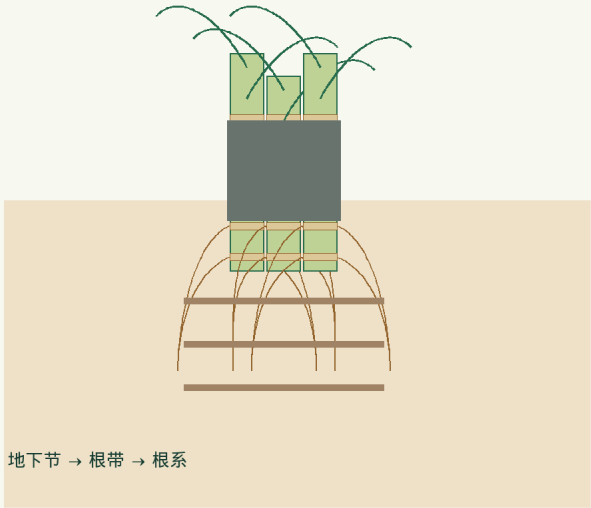
図 1 試作した部分深耕同時施肥・植付機の概要

CA_japan_machine · 保护性耕作：japan_machine
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

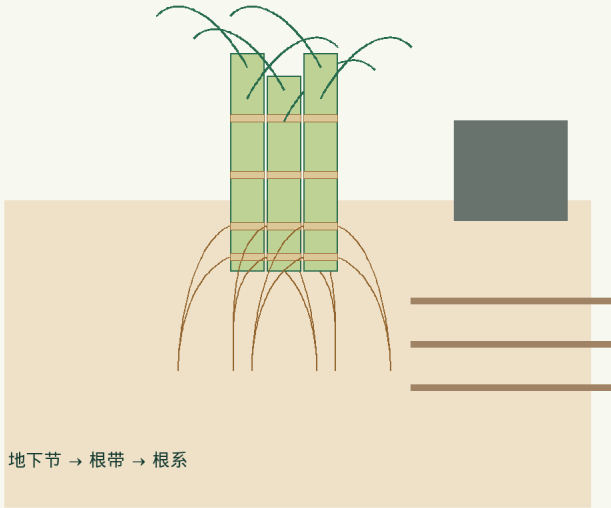
固定交通带：把轮迹与节部根区分开

轮迹位置、载荷、次数与土壤含水量共同记录。

轮迹进入蔗行：检查新增损伤



轮迹固定在行间：保护种植带



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N14 · 示意土壤受力位置，不模拟真实应力场或固定增产率。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

LC31 保留用户的微喷水肥研究，补齐从芽到收益的验证

第一部 全生命周期 · R4生命周期正文

既有宿根书中的用户方案完整保留：收前约一个月，拟微喷加入每亩磷酸二氢钾1公斤、硫酸钾2公斤。当前把它作为待验证的研究方案，不把地下芽萌动的观察直接升级为稳定增产技术。

执行前须明确该量是单次还是全程累计，并固定水量、次数、标签与实际收获日。等水量清水、单一产品、组合和现行管理分别保留，才能区分补水与配方效果；若研究元素机制，还需处理总钾、硫及其他伴随差异。

图像链从收前基线、处理后地下芽、收割损伤、收后出苗延伸到有效茎和两茬收益。被挖走的芽不能再作为同一个体追踪；破坏性样段放在净测产区外。原书32章及附录E的设计和表格可直接接续使用，等待真实数据。

GAKI / R4 / D13

用户微喷水肥方案：跨收获验证链

原方案作为待验证假设保留；没有预填增产率或安全浓度。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D13·跨收获验证图。各框是待验证环节；不表示处理已改善全部指标。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：同小区身份连接照片、样品、收获与成本；配方和清水必须同水量。

来源：L03。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：宿根2、22、23、32章、附录E；国际研究调查原稿。

LC32 连续图片怎样成为可信的百科证据

第一部 全生命周期·R4生命周期正文

每个阶段按全景、整株、器官特写、地下或显微、量化记录、作业前后设置图位。AI外观图可以讲解“发生了什么”，结构图解释“可能怎样发生”，来源明确的真实照片和检测数据才承担实证比较。图位任务不计作已完成图片。

本次逐章配置图片，将节位校正结构图、AI外观示意、真实根切片、芽发育照片、CT、机械图片及来源数据图与正文对应。AI图不充当实拍，概念示意不充当显微或田间测量。没有预填每节的营养、叶数或五季产量。

最终视频仍以全套文章、图片、数据、图注完成Owner审核为前提。当前只交付百科增订图文和可追溯资料包，审核状态保持待审。下一轮最需要的是本地品种与地点，以及同株逐节、逐叶、根系和跨季测产的原始资料；现有成果不因这些数据尚缺而丢弃。

GAKI / R4 / D01

从切种到第五宿根的统一生命主线

以事件和器官状态分期；日期、株高、节数和叶数都来自实际记录。

切种与种植

健康种段 → 下种 → 覆土

地下建立

芽萌动 → 种段根 → 新梢根

地上建立

出叶 → 分蘖 → 有效群体

伸长与成熟

逐节台账 → 糖分与收获

收获与再生

切桩/芽/根 → 新一季茎叶

R1—R5各季

每季测产 → 复核保留/更新

每一阶段共用的证据

天气与昼夜·根区环境·病虫害害·药剂·机械与碾压·图像身份·测量与审核

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D01·图文—记录—来源—审核闭环；来源许可和科学结论分别审核。

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

观察与记录：逐图勾选生物结构、计量、来源、许可与中文图注；逐章记录修改意见。

来源：L01, L02。节位修订依据B01、B02。

原稿交叉阅读：全部旧版；本版图像清单、缺口清单和审核门。

CA01 保护性耕作的目标与边界

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

1.1 保护的是生产能力

保护性耕作要同时关注土壤结构、地表覆盖、活根和生物多样性，减少水土流失及不必要的能耗。FAO的保护性农业原则包括最低限度机械扰土、持续有机覆盖和作物多样化，其分类中地表有机覆盖不足30%的地块不属于保护性农业；严格定义还限制扰土范围，并要求轮作或间作涉及至少三种作物。[1]

甘蔗是多年利用的作物，同一蔗蔸连续宿根并不等于完成作物轮作。可在更新季安排适宜的豆科及其他覆盖作物，并清除残存蔗株，打断连续种植过程。只有“多年不翻地”而缺少健康种苗、覆盖和交通管理，仍可能发生病害累积与严重压实。

本手册采用“甘蔗保护性耕作”作为一套改进生产的技术体系名称。带状整地、局部破垄、补救性深松和培土可能超出FAO严格免耕范围，实施了这些措施就应如实记录，不能仅凭保留一些蔗叶便宣布全田达到严格保护性农业标准。

1.2 先分清四种作业

作业名称	扰动位置	适用判断
少耕或带状耕作	主要在将来的种植带	行间结构较好，种植带需要建床
直接种植	以开缝或小范围开沟为主	机具能切开覆盖物且种土接触可靠
补救性深松	有证据的致密层或局部车辙	根系受阻，排水和土壤含水量允许
常规全面耕整	大部分地表与耕层	转换初期确有障碍时采用并记录

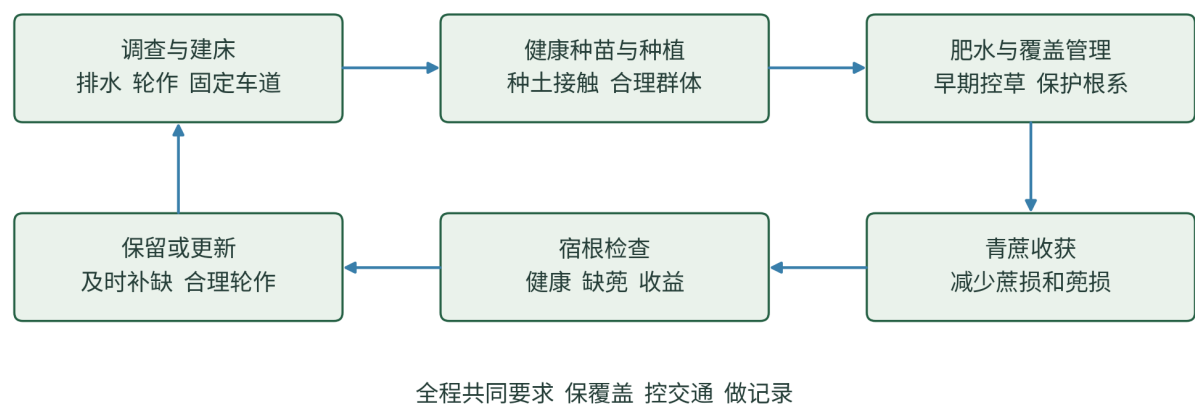
不要为了“少耕”而把种茎放进大土块、积水沟和残叶团；也不要因为蔗田过去一直深翻，就每季继续相同工序。作业次数应由问题决定，种植带达标后停止加工。[4]

1.3 建立可以核查的目标

每个地块至少跟踪六类结果：商品蔗产量及糖厂质量、有效茎密度、完整蔗蔸比例、土壤覆盖率、机具进田次数、每亩可变成本。土壤有机质与酸度变化较慢，固定季节和固定方法连续跟踪，不能把一次检测波动解释为技术成效。

建议先在有代表性的地块保留常规对照条带，再比较保护性耕作方案。首季更应重视苗齐、排水畅通、没有明显压蔸和净收益稳定，而不是同时改变品种、行距、肥料及所有机具。

全周期管理 每一季的终点也是下一季的起点



CA_01_system · 图1 全周期管理关系图 新植质量决定群体 收获质量决定宿根起点
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA02 地块调查与土壤诊断

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

2.1 进场前调查什么

先绘制简图，标出地块边界、坡向、道路、排水出口、低洼点、过去的车辙、病害斑块和肥堆位置。记录前茬、蔗龄、近年产量、品种、灌溉条件、常用机具轮距和糖厂接收安排。新租地不能只凭上一年平均产量决定投资。

雨后检查积水位置，干旱期检查旱衰位置，同一块地内常存在两种不同限制。走访操作人员，确认是否长期在田内掉头、是否雨后装满运输车进田，避免把机械压实误判为单纯缺肥。

2.2 取土和剖面检查

按土色、地形、管理历史分区采样。常规养分检测可采用0至20厘米表土样，与实验室方法保持一致；需要查找下层酸化、盐分或致密层时，另取分层样，不能将不同深度混在一起。SRA甘蔗养分手册强调种植前土壤检测，采样深度与方法必须一致。[5]

本手册建议的田间记录方法是每个相对均一管理区沿折线路径取15至20个等量子样，混匀后按实验室要求留样。避开肥料颗粒、旧肥堆、路边和异常积水点；异常区另取样并注明。具体采样点数服从承担检测工作的机构要求。

在健壮区、矮弱区、车辙区各挖检查坑，观察根系能否向下延伸，是否集中在某一层水平转弯，有没有灰蓝还原层、异味、积水或紧实板层。用探针比较阻力时，应在相近含水量下进行；干土阻力大并不能单独证明需要深松。

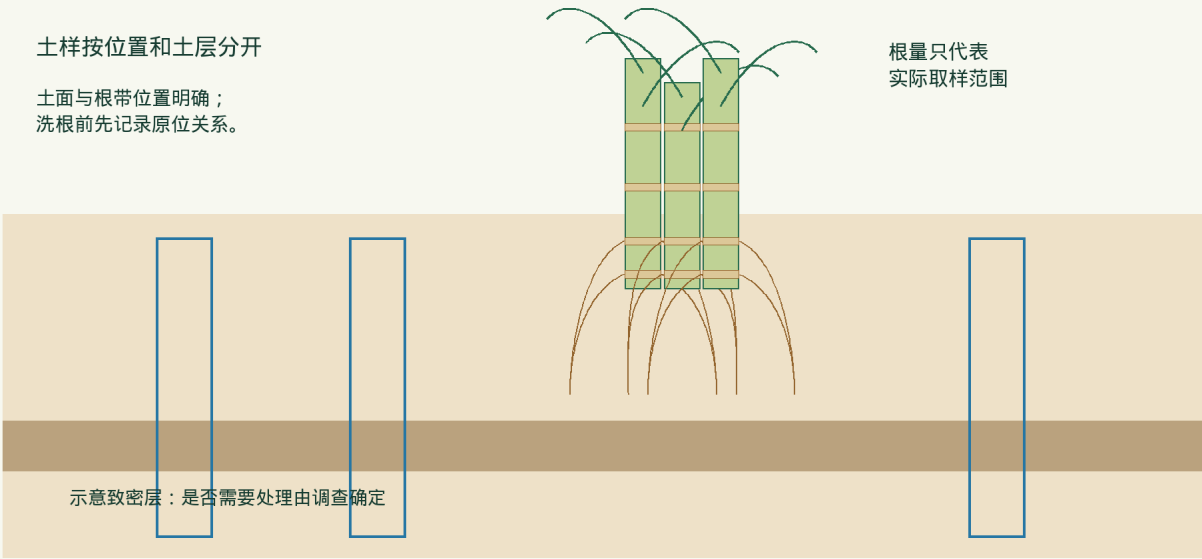
2.3 把检测结果变成作业决定

发现的问题	优先核查	首项措施
雨后持水时间长	出口标高和沟渠连通性	修复排水出口再调整田面
车辙下根少且土体致密	碾压历史与含水量	固定通道并局部补救
pH偏低且根系受限	交换性酸 铝及钙镁情况	按检测设计改良剂用量
有效磷很高	历年滤泥和磷肥投入	核减磷预算并监测
土壤不缺肥但植株矮弱	病害 根损 水分和盐分	查明限制后再施肥
土壤有机质低	覆盖来源和侵蚀损失	留叶 覆盖作物 有机物输入

酸性土所需石灰量不能仅由一个pH值确定，应考虑缓冲能力、目标改良土层、产品中和值与粒度。石膏不是所有酸性土的通用替代品；盐土和钠质土也不能按同一方案处理。改良后仍需复测，不凭颜色或施用吨数判定成功。[16]

土壤剖面要对准根区：根的起点仍在节部

蔗行、行间、轮迹分别取样；标明真实取样深度与土层。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N10 · 图2 土壤分层检查与分区取样（节位校正版）· 替代旧土壤剖面中从底部一点生根的简化画法；土层深度不按图比例取值。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA03 田块排水与固定通道设计

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

3.1 先确定水往哪里走

排水设计从出口向田内倒推：出口有效，主沟才能排；主沟有效，支沟才能排。低洼田只加深种植沟而不处理出口，常会形成储水沟。检查出口倒灌、淤堵和道路涵管，对汇水量大的地块请水利或农田工程人员核定断面和坡降。

平地可按微地形设置边沟和支沟，种植带略高于排水通道；坡地优先采用顺应等高线的行向和稳定排水路径，避免长距离裸露沟槽沿最大坡向直冲。田边草带承担过滤和护坡作用，不能将沟口直接冲向无保护的陡坎。
[10]

3.2 以收获机械反推种植

核实未来收获机、拖拉机、施肥机和转运设备的工作幅宽、轮距、轮胎宽度与转弯空间。收获机能进田不代表全套设备都适配。标定行中心、种植带边界和固定车道后再下种，运输车辆尽量在收获过的固定通道或田边接运。

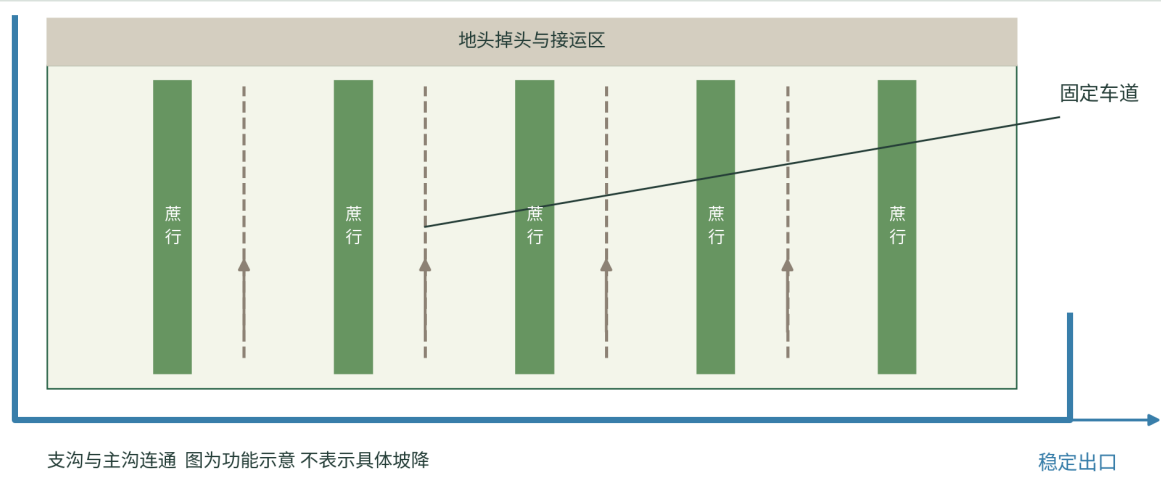
单行等行距的有效行间空间应容纳轮胎及偏航余量。宽窄行应按双行中心距和机具配置校核，不能把“0.4米窄行加1.4米宽行”误读成每一行都相隔1.8米。中国2023年指导给出1.4加0.4米宽窄行的机械化模式，但是否适配本田仍取决于设备。[2]

3.3 地头与运输路线

地头掉头区要预留真实的转弯半径，不让满载车急转时碾压蔗蔸。分别设置入田、出田和装车位置，收获前用标桩或导航线明确。地头为固定交通区，若已经明显压实，更新季优先局部修复并恢复覆盖。

设定停机条件：轮胎持续深陷、车辙挤出泥浆、明显打滑，或起蔸率突然上升时，暂停进田。低压轮胎、履带和自动导航有助于管理，但都不能消除湿土重载造成的损伤。

田块布局 车辆与蔗行分开



CA_03_layout · 图3 田块功能示意 行中心 固定车道 地头 支沟与出水口共同设计
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA04 整地与种植带建床

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

4.1 更新前清除上一周期遗留问题

决定翻种后，先处理病株和再生蔗，再修排水、取土、确定改良剂及覆盖作物安排。病害严重地块不能只把旧蔗莖打碎后立即原位补种。去除异物和妨碍开沟的石块，保持排水沟、路边和健康覆盖物之间的边界。

尽量在适耕含水量下作业：土团可破碎而不糊刀、不拉长成黏条；过干形成大硬块时先等待适墒，过湿时等待排水。试耕短段后挖开检查，表面松软而底部被抹成光滑硬层不算合格。

4.2 深松有条件才做

若剖面证实存在连续致密层，可将松土工作部件布置在需要修复的位置，工作深度穿过该层下缘后再现场检查破裂范围。没有致密层、下方是浅岩层或湿黏土时，不机械套用某个深度。仅把拖拉机油门加大不能解决根层障碍。

深松后应马上用交通管理防止再压实，随后保留覆盖或建立作物。必要的土壤改良通常放在新植前和更新季完成；健壮宿根田不以“每年深松一次”为固定任务。带状耕作保留行间结构，是降低全面扰动的一条路线。
[4]

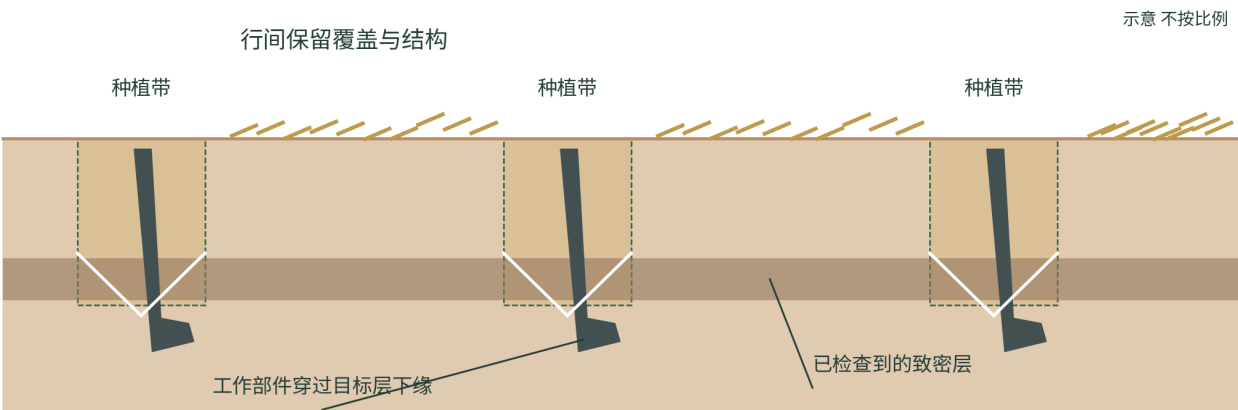
4.3 建床和开沟的验收

种植带需要细土与适度团聚体兼有，既能贴紧种茎，又能通气排水。不追求全田粉末化。种植沟底平顺、没有长段积水，前后深浅一致。沟深决定床体与后续培土空间，覆土厚度则从种茎顶部到土面的垂直距离测量，两者必须分开记录。

遇到厚蔗叶覆盖，开沟机前方先将种植带残叶切开或适量拨开，避免残叶被压入沟底形成夹层。种茎下方若是成团干叶，会出现悬空和失水；若是未腐熟有机物堆，会增加局部发热和缺氧风险。

本手册建议每次开机、更换地块或土质明显变化后，挖查至少5处种床；记录沟深、覆土、种肥间隔和种土接触情况。现场找不到种茎或无法解释其位置，就暂缓大面积种植。

只处理需要处理的土壤



CA_04_tillage·图4 带状建床与局部深松 深松目标由检查到的致密层决定

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA05 品种种苗与卫生管理

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

5.1 为多季利用选品种

选择当地验证过的高糖、稳产、适熟品种，同时比较宿根能力、抗倒伏、抗病性及机收表现。主要病害、土壤类型和收获时段比宣传中的最高产量更能决定适宜性。一个农场配置不同熟期时，应与糖厂榨期和机收能力协调，避免所有田块挤在同一周收获。

健康种苗应有明确来源、品种名称、繁育批次和检验信息。组培来源不等于在后续扩繁中永远无病；种苗田须与商品蔗田分开管理，发现混杂或病株及时处置。只因某田今年茎粗就将其留作种田并不可靠。[3]

5.2 种茎检查与制备

种茎要新鲜、芽体完整、节间不过度破裂，无明显病斑、蛀孔、腐败和失水皱缩。剥去妨碍辨芽和喂入的枯叶时避免刮伤芽。使用锋利切具，切段长度应能保留所需健康芽并适配播种机，不把机器能处理的最长段当作农艺标准。[6]

按批次抽查可用芽比例，并做小样萌芽试验；“外观看似完整”与“实际能萌发”是两个指标。运输中防晒、防高堆闷热和机械挤压，已切种茎尽快下种。因暴雨停种时分批管理，受热或腐败的材料剔除，不能靠增加下种量掩盖低质量。

5.3 切具和机器卫生

先清除泥土、残渣及汁液，再按当地可用消毒产品的规定浓度和接触时间处理。清洗与消毒是连续的两步；在厚泥层上喷消毒液不能代替清洁。切种设备、接触汁液的输送机构及收获设备都纳入管理。

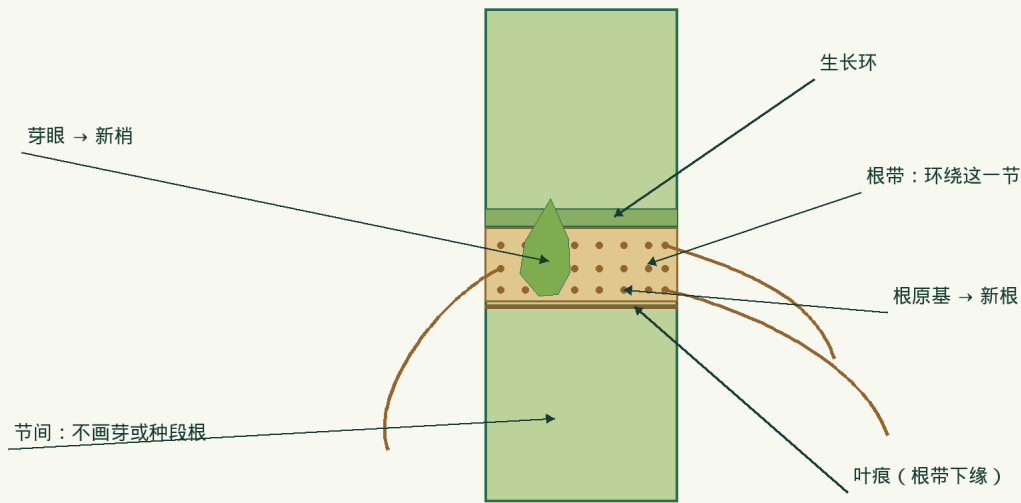
宿根矮化病由细菌引起，不能仅看叶片判断是否带病，健康种苗、残存蔗清除和切具卫生十分关键。可疑种源安排实验室检测，病田不作种源。热处理需由具备温控和相应规程的繁育单位实施，不在手册中给所有品种套用一个水温和时间。[13]

5.4 种苗批次记录

每批记录供苗单位、品种、健康检测日期、砍种日期、制种人员、切具消毒、芽损率和田块去向。发现某区萌芽异常时，能据此追溯是同一批种苗、同一台播种机，还是同一片积水土壤。

芽眼与根带都在节部，来源不同

叶痕、生长环、根带与芽眼分别标注；根原基位于环绕茎秆的根带。



芽眼常每节1个，相邻节通常左右交替；并非每个节都同时萌芽或生根。

结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N01 · 图5 种茎的节（节位校正版）· 新梢起于芽眼；示例根分别连接根带上的根原基。位置关系图，不是尺寸标准。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA06 种植时期行距与下种操作

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

6.1 种植窗口看温度与墒情

当地春植、秋植或其他种植制度由有效生长期、寒冷风险、雨季和榨期共同决定。下种前确认床体湿润、未来不易长时间积水，并有连续作业能力。干旱区要趁墒完成下种和覆土，不能开沟晒数日后再放种。

早春冷湿田优先改善排水，避免深覆土和厚湿叶层叠加。热旱田要控制种茎暴晒时间，补水应湿润种茎所在层。秋植应留足建立根系和越冬的时间，不能直接照搬另一个纬度地区的月份。[3][10]

6.2 行距和用种量分别计算

行距先与机械适配，再校核群体密度。人工及小机具系统可参照当地单行模式；宽窄行适用于经过验证的双行农艺和配套机具。把行距缩窄却不调整用种量，会改变每米行长的芽数、通风和后续作业空间。

下表只是来源中的模式实例及其几何换算，不是全部地块的统一推荐。1亩按666.7平方米、1公顷按15亩计算；地头 and 沟渠占地会减少实际种植行长。

模式实例	理论行长每亩	使用时的核查
单行1.0米	约666.7米	小机具轮胎能否通过
单行1.2米	约555.6米	收获机是否压萁
宽1.4米加窄0.4米	约740.7米总行长	双行中心距1.8米及机具适配

2024年中国春季技术指导举例采用每亩2000至3000个双芽段，相当于名义4000至6000芽；芽损、实际萌芽率和补苗条件仍需核查，不能把“种段数”“芽数”“出苗数”和“最终有效茎数”混用。[3]

计算示例：计划每亩投放5000个名义芽，单行1.2米时，约为每米9芽。若每段2芽，约为每米4.5段。按检查得到的可用芽比例90%计，每亩只有4500个可用芽；此处只是检查用种量的算法，不代表保证形成4500根商品蔗。

6.3 从下种到覆土

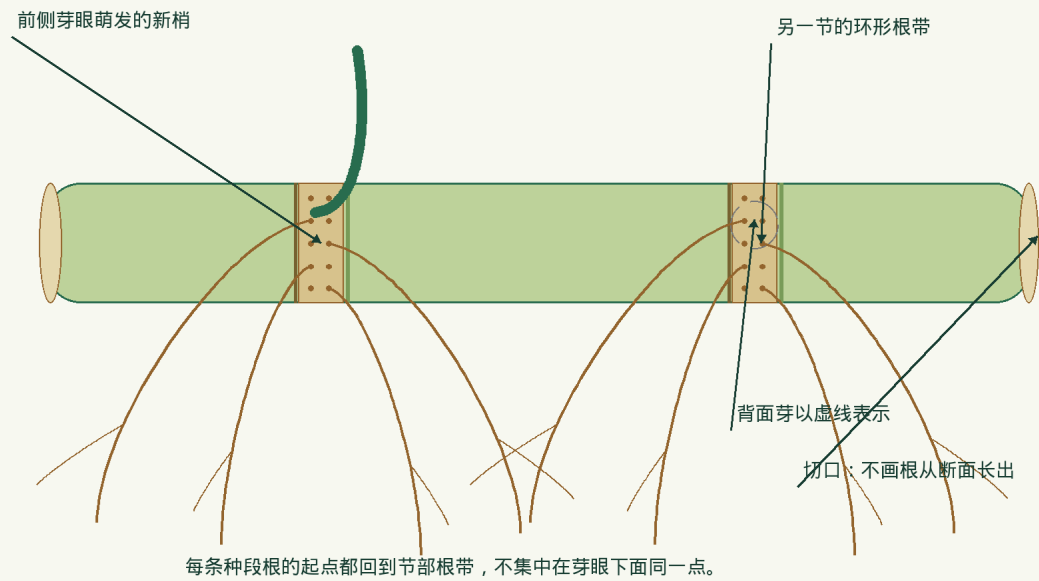
人工下种时种段沿沟平放、分布均匀，避免层层堆叠与大片漏种；芽体尽量处于利于出芽的位置，且不被石块挤压。机械下种需保持稳定定位和行驶速度，停车复查漏播、重播、芽损与覆土，不只看料箱消耗。[6]

SRA种植指南将种茎上方40至65毫米覆土列为通常可接受的范围，并强调按土质、季节及当地条件调整。[6] 本手册将约4至6.5厘米作为参考试作值，先小段验证；低温湿黏土防深埋，热旱地结合保墒与镇压判断。不能由沟深30厘米推导出覆土30厘米。

种肥应有效分隔，防止高盐肥料紧贴芽和切口；具体距离取决于肥料种类、施用量、土壤水分与机具结构。轻度镇压仅为改善种土接触，湿土不能压成密封硬壳。完成后检查沟底是否积水、地膜是否严密、滴灌是否覆盖到种植带。

两个节的种段：根从两处根带发生

种段的切口留在节间；环形根带与光滑节间明确分开。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N02 · 图6 种植沟剖面（节位校正版）· 褐色线为种段根；新梢仅从可见侧芽眼发生，背面芽用虚线标记。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA07 蔗叶覆盖地膜与地表保护

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

7.1 覆盖物应覆盖到哪里

优先保留健康蔗叶和其他洁净植物残体，均匀分布在行间及易受雨滴冲刷的裸露部位。把叶片堆成高垛不能替代整田覆盖。残叶要能让雨水进入土壤，不能堵住支沟和出水口；风口地块可通过适当切碎和铺放方向减少吹移。[7]

芽正在出土的行带应先检查温度和含水量。热旱条件可保墒覆盖；冷湿或出芽受阻条件可在行上拨开一条窄带，其余行间仍保留覆盖。不要因为局部出苗困难就焚烧整田残叶。留叶同时配套鼠害、地下害虫和杂草观察。[8]

7.2 覆盖率的现场量法

本手册建议用固定长度样线，按等距点查看正下方是否有植物残体或活体覆盖，覆盖点数除以总点数得覆盖率。选择不同位置的多条样线并保存俯拍照片；同一季节复测时保持相同方法。

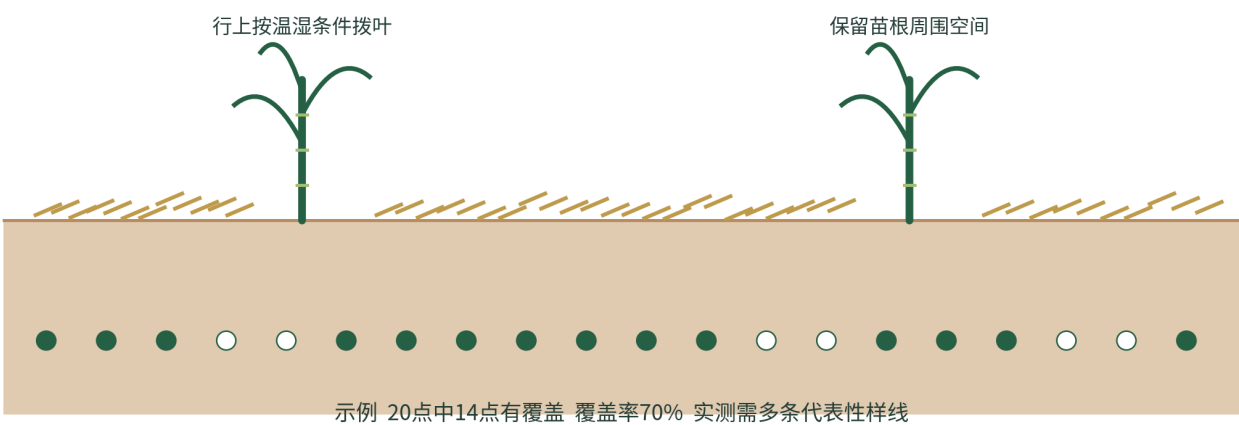
例如100个观察点有72点被蔗叶或植物覆盖，覆盖率为72%。这不是厚度72%，也不是归还72%的蔗叶重量。将覆盖率和覆盖厚度、干物质量分开记录，才能判断过薄裸露与局部堆积两个问题。

7.3 地膜是有条件的配套措施

地膜可用于特定旱冷条件下的保水增温，但不代替有机覆盖，也不构成作物多样化。铺膜前完成播种、湿润种床和必要的处理，膜面贴实、边缘固定；幼苗被压或膜内过热时及时处理出苗口。人工处理应避免开嫩芽，不能把苗连根拉伤。[3]

普通塑料膜应计划回收，记录投入和回收量，避免与蔗叶一起粉碎埋入土壤。全生物降解膜也要核查当地田间适用性和产品信息，不因名称便假设在该地一定按预期降解。滴灌管带应在培土、机收前检查走向和回收安排。

覆盖要均匀 测覆盖率而非只看一张照片



CA_07_cover·图7 覆盖布局与线点法 行间保覆盖 行上按温湿条件调整
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA08 出苗分蘖与早期群体建立

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

8.1 播后查苗分三次进行

第一次检查种床状态和种茎是否变干、腐败；第二次在正常出苗后沿固定样段计苗，查连续缺口；第三次在分蘖建立后复查有效群体与补苗成活。具体日数受温度、品种、种植季节影响，以当地正常出苗进程为准。

本手册建议每个管理区固定5至10段代表性蔗行，每段量定行长，分别记出苗数、弱苗数、枯心苗数、最长缺口和土壤状态。不要只抽查路边最好的行，也不要刚下种不久尚未萌发的芽直接判定死亡。

8.2 缺苗先找原因再补

长段不出苗时，挖开检查种段：干缩可能与墒情或失水有关；软腐可能与积水、种伤或病害有关；种段无损但过深，需检查覆土；种段稀少则检查漏播。按原因纠正后再补，不把新种苗继续塞进同一个积水坑。

零散小空隙能否由邻近分蘖补偿，要看品种和群体。较长连续缺口宜早补，优先采用健康同品种预备苗，栽入湿润土壤并保证缓苗。补种种茎与移栽苗的生长进程不同，应分别记录，不在成株遮阴后仍反复补植。

8.3 分蘖期管理重点

保持种植带水分供应，早期控草，按处方适量追肥，减少苗期踩踏和深中耕伤根。对长势过密、徒长地块先检查氮肥、光照和水分，不能以“分蘖越多越好”为目标。最终要形成足够且均匀的有效茎，而非大量后期无效弱蘖。

日常生产不把掰开蔗丛、割伤植株或频繁人工操作称为促进分蘖的常规措施。生长调节剂也不列为每田必需工序；若试验使用，按登记用途和产品说明设置对照，并先排除水肥、病害及土壤问题。

8.4 早期异常处置

现场现象	核查方向	先做什么
一条播种带连续缺苗	漏种 种茎失水 覆土异常	挖查并标记异常长度
低洼区黄苗和烂种	水位与缺氧	疏通排水 再决定补苗
叶卷但晨间恢复	昼间水分胁迫	结合根层含水量安排灌溉
枯心苗集中增加	螟虫等害虫或其他损伤	剖检并按当地监测预报处理
多批种苗均在同处弱	土壤或水分限制	对比剖面 and 检测样

切种到出土：六个状态都核对节位

固定两节种段的位置；芽、根的起点始终跟随对应的节部。

01 切种：保留节与芽眼



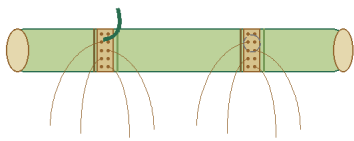
02 下种：节点完整



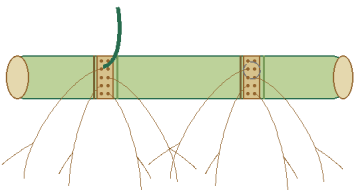
03 覆土：仍从节位萌动



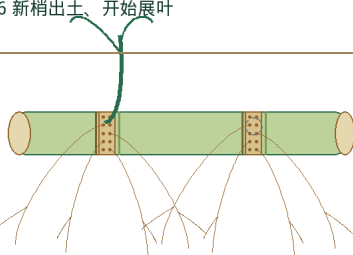
04 根原基发根、芽萌动



05 新梢向上伸长



06 新梢出土、开始展叶



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N04 · 精确位置示意。没有规定芽与根谁必须先发生，状态速度因材料和环境而异。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA09 养分预算与施肥操作

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

9.1 先确定限制再确定总量

肥料处方应由土壤检测、可实现的产量目标、前茬与有机物投入、作物生育期及当地肥效试验共同确定。新植、早收宿根、晚收宿根和渍水弱田不能用同一套总量。土壤酸化、烂根和缺水限制生长时，单纯增加氮肥通常不能解决根本问题。[5][15]

处方中统一写清养分单位：氮为N，磷肥一般按P2O5，钾肥按K2O计。国外资料可能使用元素P和K，换算时P乘2.291得到P2O5，K乘1.205得到K2O。每公顷用量除以15才是每亩用量；不要把肥料实物重量当作纯养分重量。

9.2 完整计算示例

以下为教学算例，假定技术人员根据地块结果已确定“需要由当季化肥提供”的养分为每亩N 18千克、P2O5 6千克、K2O 18千克。该数值仅用于演示换算，不是本手册对全部蔗田的推荐。

若选用15比15比15复合肥40千克，每种养分各提供6千克；还欠N 12千克、K2O 12千克。按尿素含N 46%、氯化钾含K2O 60%计算，需尿素约26.1千克、氯化钾20千克。若当地水质或土壤不适合相应钾源，则改用合适产品后重算。

产品	实物量千克每亩	N	P2O5	K2O
15比15比15复合肥	40.0	6.0	6.0	6.0
46%尿素	26.1	12.0	0	0
60%氯化钾	20.0	0	0	12.0
合计	86.1	18.0	6.0	18.0

若前期已经施过肥，或有机肥的当季可利用养分尚未扣除，须先从余额扣减。不要看到算例表格就把整表肥料再施一次。肥料包装的实际含量与混配相容性需核实。

9.3 分次与位置

新植基肥以支持生根建群为目标，避免大量速效氮紧靠种芽；追肥与分蘖、伸长需求相衔接。磷常在建床或根区布置，氮和钾可按土质、降雨和灌溉能力分配。砂土及多雨地区要特别防止一次投入过大造成流失；缓控释产品也必须验证其释放期与作物需求是否吻合。

宿根先确认能够保留，再对有效根区施肥。肥料尽量接触湿润土壤并按适宜方式覆土或配水，不把尿素普遍撒在干厚蔗叶上等待不确定的雨。过量晚施氮可能妨碍成熟，伸长期施肥计划不应无条件延续到收获前。

本手册建议把总量分成“已施”“本次”“剩余”三栏，每次施肥前核对；若采用滴灌，小量多次也要计入同一预算。叶面肥可以用于特定诊断或辅助措施，不能用很小的叶喷量替代整季大量营养元素需要。

9.4 用检测核查吸收效果

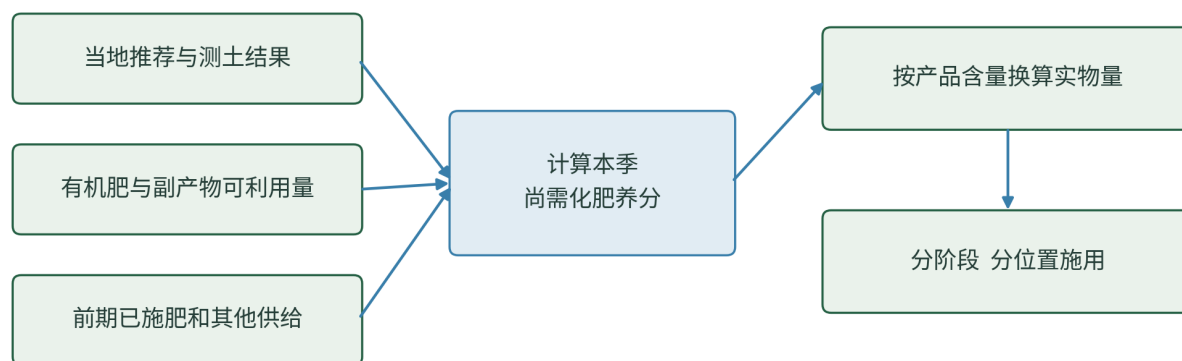
土壤检测回答土壤供应状况，叶片检测帮助核查植株实际吸收。采叶必须按实验室规定的叶位、时期和处理方式操作；同一块地不同叶位的结果不可直接比较。叶色是巡田线索，不足以单独判断缺氮、缺镁或病害。[14]

9.5 滤泥有机肥与酒精废液

合格腐熟有机肥、糖厂滤泥及其他副产物可提供养分与有机物，但不同来源、含水率和批次差异很大。先检测再折算，尤其注意磷、钾、盐分及潜在污染物。SRA资料明确副产物养分应纳入预算，不能一边大量施滤泥一边维持原有全部磷肥投入。[12]

酒精废液或处理液不等同于普通灌溉水。其高有机负荷、盐分或钾负荷可能限制用量；只能在来源、处理质量和适用条件确认后按合规方案利用，避免进入沟渠和水体。本手册不提供未经检测即可套用的稀释倍数。

每季施肥先算来源 再算余额



用量 时期 位置和供水一起核对 所有投入记入同一本台账

CA_08_nutrients · 图8 养分预算示意 所有来源进入一本账 当季可利用量不等于总含量
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA10 灌溉排涝与水肥一体化

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

10.1 看根层水分决定灌不灌

甘蔗需水随气候、品种、生育阶段和冠层变化。文献中的全生育期需水量包含降水等来源，不是每亩必须人工浇入的水量。FAO将粗略需水指标定位为缺少精算数据时的参考，不能直接当作灌溉定额。[9]

新植出苗与宿根启动期要保障浅层有效根区湿润，分蘖和快速伸长期避免明显水分胁迫，成熟期按糖厂计划与土壤供水调整。不能为“增糖”把土壤旱到根系受损，也不能在临近收获时无必要大水漫灌，影响进田。

固定监测位置可覆盖滴头附近、湿润边缘及较深根层。传感器读数应与取土检查和作物状态对照；一个安装在湿润点的探头不代表整个地块。长期满湿而黄叶，应先查排水和根系，不继续增加灌水。

10.2 一次灌水量的算例

假定计划湿润的有效土层为0.40米，当前体积含水率0.20，目标0.26，差值为0.06。整面积均匀补水的净需水深为0.06乘0.40乘1000，等于24毫米。每亩每毫米水约0.667立方米，净水量约16.0立方米；若田间应用效率假设为80%，则毛水量约20.0立方米。

该算例中的含水率、土层深度和效率均是假定值。滴灌仅湿润部分土体时，应由实际湿润体、根系分布和系统设计修正，不能简单给全田深层一次灌满。近期有效降水和残余土壤水也应扣除。

10.3 滴灌开机和维护

开机先用清水检查压力、过滤器、末端出流及漏水。沿地块头、中、尾部选择若干滴头，用容器在同一时段接水比较，明显差异时先处理堵塞、压力或管线问题，再施肥。肥料须适合系统并充分溶解，存在沉淀风险的产品不能直接混用。

操作顺序通常为先清水建立湿润和压力，再按计划注肥，最后用清水冲净管路中的肥液。安装防回流装置，防止肥液进入水源；冲洗排液妥善收集和处理，不直接排入水体。施肥总量与施肥时间均记录。

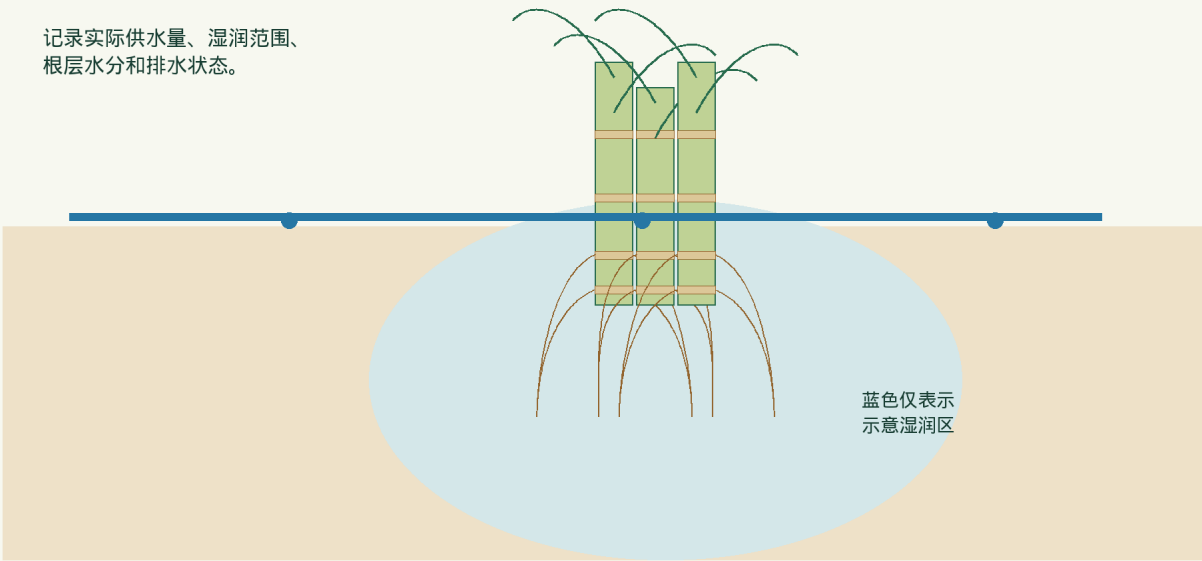
10.4 排涝先于追肥和机械

强降雨后先通出口、主沟、支沟，排除影响蔗蔸的积水；根层恢复通气后再看新根、新叶和缺素表现。水未退就追施大量肥料，容易浪费且增加外排风险。不要为抢时间让重机在湿泥中反复作业。[10]

供水对准根层，不能只看表面水迹

地下根带发生根系，湿润范围与实际吸水范围需要分别检查。

记录实际供水量、湿润范围、
根层水分和排水状态。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N11 · 图9 根层补水的计算边界与滴灌检查（节位校正版）· 不是固定灌水量或持水量模拟；根的起点在地下茎基根带。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA11 中耕培土与中期蔗叶管理

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

11.1 中耕服务于具体问题

中耕目的包括早期控草、浅层破结、配合施肥和培土。已经覆盖良好、杂草很少、根系通畅的行间，不必为了完成固定次数而翻开。行间深度与距蔗行距离应通过试作观察根损，接近蔗蔸时尤其谨慎。

作业前查看滴灌管、裸露根和石块，确定机具不会把泥土抛入心叶。土壤过湿不做中耕；碎叶在机具前堆积时先调整处理方式，不能靠提高转速强行搅入种植带。

11.2 培土要分阶段

苗小、嫩芽多时轻培，避免埋心压芽；群体建立后结合追肥和抗倒伏需要适度培土。垄形应连续、相对平顺，既保护基部根系，又为后续割刀仿形创造条件。不能在不同段落留下忽高忽低的土丘。

培土是局部土壤移动，应如实计入扰土作业。培土后行间仍保留覆盖，排水沟不被封堵；检查蔗行基部是否有被推倒、被掩埋的苗。因培土过重而产生高位蔗蔸或行间低洼时，下一季应调整作业而非继续加高。

11.3 剥枯叶与保留功能叶

中期是否剥叶应结合通风、病虫害和收获需要决定，主要去除已枯死、松脱或明显病损的叶片。正常绿色功能叶承担光合作用，不为追求“干净整齐”一次大量剥除。作业避免伤芽、刮破茎皮或反复折弯蔗茎。

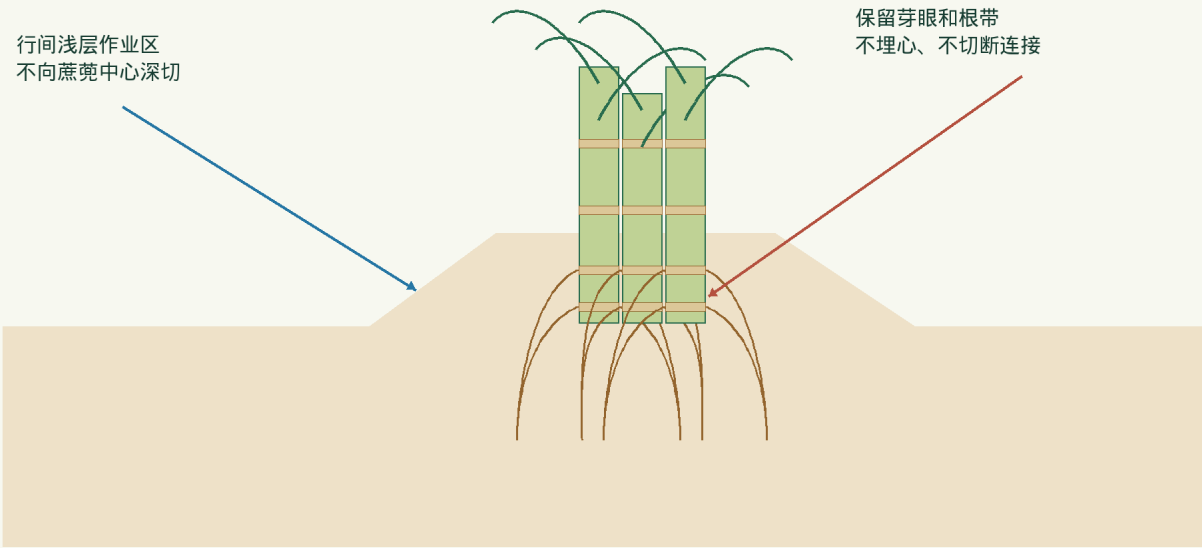
健康枯叶可顺行铺于地表，疑似带有重要病原的组织按植保诊断处理。机械剥叶先做小区试验，检查茎皮、叶鞘和蔗蔸损伤；出现茎伤多、植株倾倒或传病风险时停止扩大作业。不能仅以剥下的叶量评价机器性能。

11.4 封行后减少不必要进田

封行后重点转为巡田、水分管理和病虫害监测，避免大机具穿行损伤蔗茎。必须施作时利用既定通道，并检查风速、地面承载和操作视线。植株过密的地块应在下一轮品种、密度和肥水配置中修正，而非靠后期过度剥叶补救。

培土与浅中耕：保护节部的芽和根

靠近蔗蔸的作业先核对地下节位，不能按地表株高猜测芽的位置。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N12 · 图10 培土的空间关系（节位校正版）· 图示作业边界的判断逻辑，不给统一作业深度和距离。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA12 杂草病虫害与田间卫生

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

12.1 先观察再干预

设定固定巡田路线，兼顾地头、田边、低洼区、历史病区与正常区。每次记录日期、生育期、受害部位、发生比例和分布，再决定是否达到当地处置阈值。下表提供辨别线索，不能取代植保人员诊断。

问题	主要观察线索	管理重点
苗期杂草	与蔗苗同步竞争的草种及密度	封行前综合控草 防结籽
螟虫类	枯心 蛀孔 虫粪及剖茎幼虫	监测发生期 保护天敌 及时防控
地下害虫	缺苗 根损 地下虫体	挖土核查 准确鉴别再处置
黑穗病	典型鞭状黑穗及病株再生	健康种苗 抗病品种 病株处置
花叶类症状	叶片花叶与不规则褪绿	查种源 送检 不能当缺肥处理
宿根矮化病	矮弱且缺乏可靠外部特征	实验室检测 种苗与器具卫生
梢腐和其他叶病	心叶畸形 腐烂或病斑	明确病因 调整环境并对症处理
鼠害	咬痕 隧道和集中倒折	清洁边界 监测与统一治理

12.2 蔗叶覆盖下控草

覆盖常可抑制部分杂草，但厚薄不均处、多年生草根及田边输入仍可能形成草害。先识别禾本科、阔叶草、莎草及多年生根茎草，观察覆盖是否足以遮光。采取人工拔除、局部浅除草或合适的定向处理，避免全田反复翻耕暴露土壤。

覆盖层会改变部分土壤处理除草剂的到达位置和后续淋洗过程，不能把裸土经验直接搬到厚蔗叶上。产品选择要核查作物、草种、生育期、覆盖条件和降雨要求；防止药雾接触敏感绿色组织及邻近作物。[8]

12.3 保护益虫与靶向防治

螟虫等害虫管理应结合当地测报和实际发生期，采用适宜的生物防治、诱捕监测及其他有效措施；释放天敌与广谱杀虫剂使用应协调，不能同一天互相抵消。虫口已经超过可接受水平时，选用当前在当地登记且标签适用的产品。

不把杀虫剂、杀菌剂、肥料、助剂一律混在同一桶中。药剂相容性、品种敏感性、施用方式和安全间隔分别核查；未经标签允许，不将普通喷雾药剂直接加入滴灌。历史技术材料中的药名不是2026年所有地区的有效登记证明。

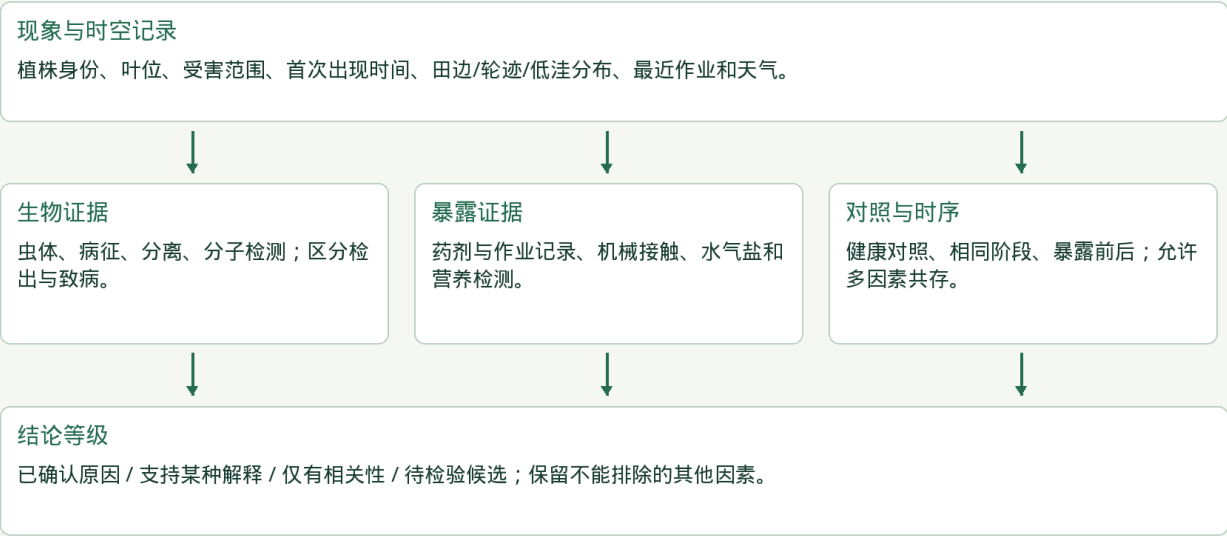
12.4 病株处理与防再传播

病株位置做标记，工具按卫生流程处理，种田和已确认健康田优先作业，可疑田安排靠后。黑穗等易散播材料需在处置前减少散落，具体移除和处理方式按当地植保要求。不能把所有病叶都混回田，也不能据此焚烧整田健康残叶。[11][13]

宿根矮化病、花叶病毒等系统性问题不能依靠普通叶面杀菌剂治愈。发现病害比例或蔓延趋势已使长期留宿根不经济，应及时转入更新计划。田间“看着恢复绿”不等于病原已经清除。

相似症状不能直接合并成同一病因

以黄叶、枯心、矮化或倒伏为起点，形成可检验的解释。



结构与关系示意；非现场诊断、非定量结果；全部待审核。

R3G03 · 相似症状证据诊断
既有诊断结构图；来源：R3原稿G03，保留原出处

CA13 成熟判断与青蔗收获

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

13.1 收获计划应提前制定

按品种熟期、糖厂测定结果、田间可进入性与宿根启动窗口排队。随机选择代表性蔗茎取样，避免只测最高大的一株。手持折光仪得到的是可溶性固形物指标，不能直接等同蔗糖分或糖厂可回收糖；需使用一致取样部位和经校准的仪器。[17]

收获前确认接收能力和运输车辆，尽量让砍收、装运和进厂衔接。切段蔗伤口较多，尤其应缩短滞留；若运输停滞，先调整收割量。田间露天堆放损失不能仅靠喷洒液体或覆盖叶片完全消除。[10]

13.2 原则上采用不预先焚叶的青蔗收获

青蔗收获保留了残叶管理的选择，也减少全面裸地。人工、分段式机械和联合机收均可纳入保护性体系，关键是控制含杂、损失、破篁和碾压。整杆与切段路线选择由糖厂、运输、地形和设备共同决定。

人工砍收使用锋利、状态良好的工具，切口平整，避免用钝器反复劈裂蔗篁；作业人员间保持安全距离。机械砍收以保护地下蔗篁和潜伏芽为目标，刀片高度随地形调节，不能把“越低越好”理解为普遍深入土中切根。

13.3 留茬高度必须看蔗篁位置

不同种植深度、培土历史和土壤条件下，健康地下芽的位置不同。本手册不把某个入土厘米数作为全部地块标准。试收后扒开少量表土，确认保留完整有生活力的蔗篁和芽，刀口不过高、不断根、不拔篁、不带入大量泥土。

切口平顺且蔗篁完整时，不必为完成“平茬”任务再切一次。高桩明显、裂口影响再生或管理有明确需要时才做修整。低温、渍湿、芽已启动的地块，更应避免重复深切和碾压。

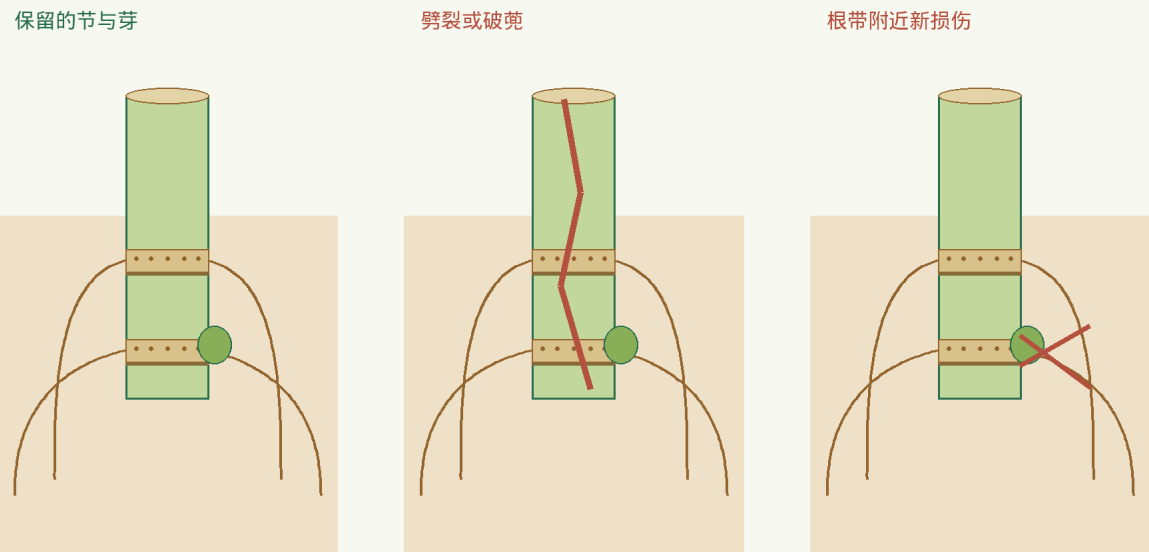
13.4 机收调试与质量检查

开始作业先短段试收，检查割台高度、喂入顺畅、刀片锋利程度、分离清选及排出残叶分布。联合机收的清选强度过大可能增加可收蔗损失，不能只追求车厢中看起来没有叶。速度、喂入量和清选应联合调节。[17]

本手册建议每次换地块、明显换坡或遇倒伏时重新检查，在代表性样方收集散落的可收蔗，记录遗漏、断茎、带根和含土情况。收后检查蔗篁完整性与车辙位置，把结果反馈给驾驶员，不能等下一季缺苗时才追究。

收后检查：切口、节部芽、根带逐项看

不能以桩口整齐替代地下检查；根不从茎基切面画出。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N13 · 图11 收获质量检查（节位校正版）· 红色是检查位置的概念标示，不表示病原感染已发生。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

CA14 蔗叶还田腐解与有机物循环

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

14.1 先分流再铺放

收获后将可保留的健康残叶、病害材料、塑料膜、滴灌带及其他异物分开。健康残叶以覆盖为主要用途；带有重要病原的蔗段和病蔸按病害管理要求处理；塑料不进入粉碎机。回收部分蔗叶用于饲料或能源时，先核查地表保护和养分输出。

残叶切碎程度以能够均匀铺放、不妨碍出苗、不堵沟为目标，不必打成粉末。铺放后现场查看裸露带、厚堆和蔗蔸上方堵塞点。坡地比平地更需要注意保留连续覆盖。

14.2 表层腐解与堆肥是两回事

表面覆盖层在雨水、温度和生物作用下逐步分解，过程不要求立即完全腐熟。深埋大量新鲜干叶可能产生局部竞争氮、缺氧等问题，因此不能为了“快速还田”在每季把整层叶片翻入根区。

场外堆肥则需要配料、水分、通气、翻堆和成熟度管理。若采用堆肥路线，记录物料来源、温度变化与翻堆，确认不再明显自发升温、没有腐败气味，并按适用检测方法核查成熟度及安全质量后使用。外观变黑不是唯一成熟依据。

14.3 腐解菌剂如何验证

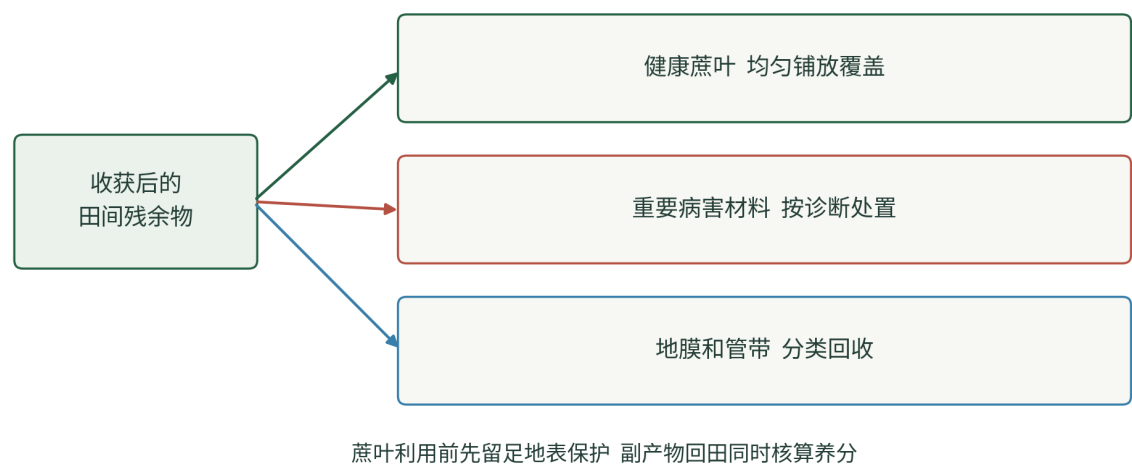
没有适合所有蔗田、无需水分和温度条件的通用菌剂配方。选用来源明确、质量合格且适用的产品，按其条件使用；不把试验性菌群配方写成已经验证的生产技术。田里太干、太冷或长期积水时，先解决环境限制。

本手册建议开展三处理小试：常规留叶、留叶加产品、留叶加同等管理而不加产品；设计时确保第二和第三处理的水、肥等额，才能判断产品贡献。可采用标准化网袋或定点样方跟踪干物质变化，同时记录出苗、土温、杂草和成本。不能以照片中叶片“看起来少了”单独认定效果。

14.4 不预扣没有证据的肥料节省

蔗叶中含有养分，但释放速度和当季利用率不同。新转入还田的地块不能一开始就固定减去20%或30%的全部氮磷钾。结合土壤、叶片检测和对照试验逐步调整；还要区分养分归还、商品肥替代与土壤有机质增加三个不同指标。

残余物分流 不把所有东西一起粉碎



CA_12_residue · 图12 收获残余物去向 健康叶片 病株组织和塑料分别处理
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA15 收获后宿根启动与前期管理

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

芽位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

15.1 收获结束即做保留判断

收获后先检查蔗蔸是否完整、是否拔起或压烂、有无重要病害和长段空缺。根系及蔗蔸有生活力、分布均匀、排水可修复且预期收益合理的地块可保留。严重缺蔸、重要病害扩散或根层障碍难以修复的地块，尽早转入更新，避免先投入大量肥料再放弃。

查看蔗蔸切面和少量芽体时注意清洁器具，选有代表性植株并减少破坏。记录完整蔸、裂蔸、拔蔸、压蔸和死亡蔸，不能只数地面露出的短桩。相同收割高度在不同地形下可能带来不同结果。

15.2 平茬与松蔸分开决策

平茬处理的是过高或受损的残茎；松蔸处理的是蔗蔸附近土体和通气、排水、施肥空间。不是每田两项都必须做。生长点已萌动、切口合格且土体疏松时，减少重复处理更有利于保护新芽和新根。

需要松蔸时，先确认土壤适耕，在蔗行两侧做可控的局部作业，避免切入蔗蔸中心或将根系整片掀起。遇冷湿田先排水；遇干硬黏土先等适墒，不强行把整个蔗蔸撬松。机器调整后短段停机检查，不仅观察土被翻开多少。[18]

15.3 拨叶促芽与早期肥水

将妨碍芽出土的厚叶团从行上拨到行间，保持排水畅通。热旱田保留适宜覆盖以减少失水，冷湿田注重行带通气与回温。覆盖处理与水分状态应配合，不能一律裸露整行或一律厚覆盖。

确认保留后安排早期肥水，施肥位置靠近有效根区但不烧芽。因无水导致肥料长时间停留干表面时，先调整供水或施用窗口；渍水田则先恢复根系环境。宿根生长有起步快的一面，但弱蔸、病蔸和晚收蔗未必具备相同生长潜力。

15.4 补缺与群体恢复

芽开始正常萌发后沿固定样段检查长空缺，查明是否死蔸、积水、碾压或病害。较长缺口优先早补健康同品种苗；选苗大小尽量一致，栽后补水并复查存活，避免将可疑旧蔸搬到健康区。

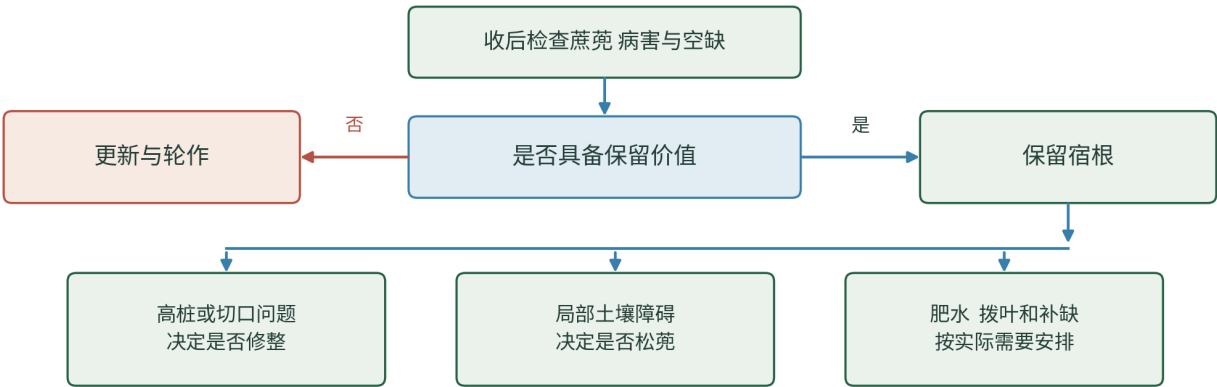
补苗宜在邻近群体尚未明显形成遮阴和竞争前完成。TNAU宿根指导强调收后及时处理和早期补缺，但其具体时间与当地热量条件相关；本手册不把印度的日历时限直接作为中国冬收田的硬性标准。[18]

15.5 按状态安排前两个月

阶段	首要检查	应完成的工作
收后立即	菟损 病害 车辙 排水	作保留决定并标记问题区
可安全作业后	高桩 土壤通气 叶层分布	必要修整 局部松菟 拨叶
萌芽启动	土温 墒情 新芽活力	早期肥水 防压芽 控草
正常出苗后	长缺口 弱菟 枯心	按原因补缺和防治
群体恢复期	有效群体 新根 水肥	复查补苗 调整后续管理

“收后立即”主要指检查和安排，不代表土壤泥泞、极端低温时也要立即动刀动土。第一轮管理结束后保存同角度照片，后续对比才有依据。

宿根管理的判断顺序



土壤适耕与芽根保护是所有动土操作的前提

CA_13_ratoon · 图13 宿根管理判断图 先判定保留 再分别判断是否平茬或松菟
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA16 多年宿根保持与更新轮作

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

16.1 每一季重新评价

第一季宿根重点承接健康群体并修复收获损伤；中间各季关注病害、缺蔸、养分失衡和交通带扩展；较老宿根重点评估土壤酸化、有效茎稳定性和边际收益。不要把“留到第5年”作为所有田块都必须达成的任务。

每季沿同一批样段复查，在同类土壤和类似季节比较产量、糖分及投入。因一次干旱减产的健康田，和连续病害加重的田，更新决定可能不同。也不能把新植蔗最高产量与当年遭灾宿根直接作简单比例比较。

16.2 用收益比较保留和更新

示例假设：保留宿根预计商品蔗5.5吨每亩，假定结算单价500元每吨，可变成本1500元每亩，则本季毛收益为1250元每亩。更新新植预计7吨，假定同价，建园及当季可变成本2600元，则本季毛收益为900元每亩。这只是说明高产未必带来更高当季收益，价格与成本均为假设。

真正决策还要考虑未来各季、空档期、利息、地租、家庭劳动、机械折旧及疾病传播成本。上述毛收益没有扣完所有成本，不能称净利润。重要病害、严重水土流失或无法安全机械作业时，也不能仅凭当季毛收益继续保留。

16.3 更新期轮作和覆盖

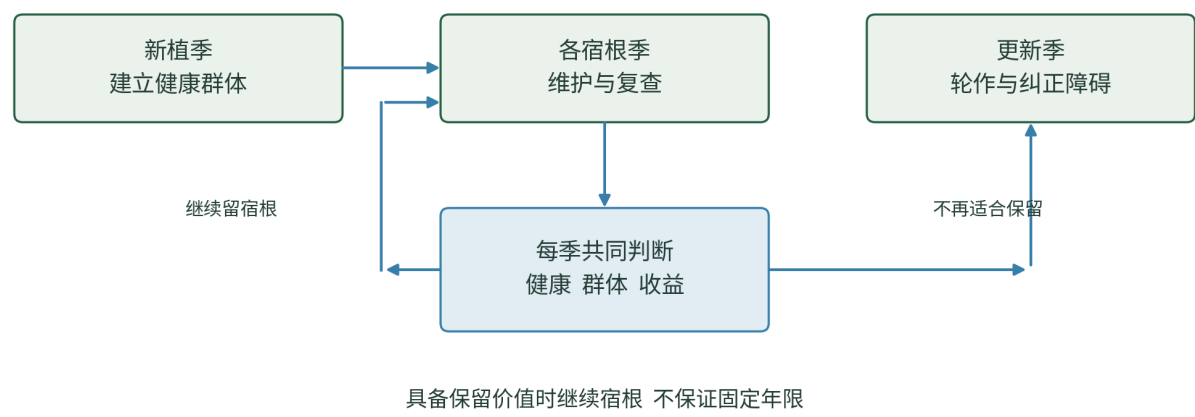
确定更新后，清除旧蔸再生蔗并保持地表保护；根据当地热量、雨季、土壤和市场条件，选择豆科或其他合适覆盖作物。豆科固氮需要适宜根瘤菌、酸度、水分与生长条件，不是播下豆种就一定给下一季提供固定数量的氮。[19]

选择覆盖作物时查其是否为当地重要病虫害的寄主、是否会结籽成杂草、终止和残体处理能否与甘蔗播期衔接。豆科籽粒收走后留在田内的养分，与全株还田不同。对后茬氮肥的调整应用实测生物量、养分及当地推荐校核，并用田间对照确认。[20]

16.4 保护固定床体而非保留病源

轮作后可在条件适合时沿既定种植带进行少耕建床，尽量保留行间交通体系。旧蔗蔸和病害志愿再生株必须清理，不能因为“不扰土”便留下病源。若排水、根层和病害问题已经集中暴露，更新季是系统纠正的机会。

宿根季数不是唯一目标



CA_14_cycle · 图14 多季宿根与更新逻辑 宿根年数由健康 群体和收益共同决定
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA17 机具配套标定与作业安全

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

17.1 按工序组织机具

环节	需要的功能	验收重点
更新与整地	旧菟处理 必要松土 建床	根层改善且没有新犁底层
种植	稳定喂种 开沟 施肥 覆土	芽损 漏种 覆土均匀性
田管	定向施肥 浅中耕 培土	不压菟 不伤根 不埋心
覆盖管理	拔叶 切碎 均匀铺放	不堵沟 不压芽 不混塑料
收获	扶蔗 切割 输送 清选	蔗损 含杂 破菟和拔菟
宿根维护	必要平茬 局部松菟 施肥	保护地下芽和新根

选择联合复式机具时，应检查其每一功能能否分别调节。某块田只需施肥和拔叶时，不应被迫同时深切蔗菟。拖拉机功率、牵引力、液压流量、悬挂承载和制动能力分别核实，不能只看标称马力。

17.2 施肥机标定

选定工作档位、行驶速度和施肥开度，在量定距离内接取各排肥口排出的肥料并称重。有效覆盖面积等于行驶距离乘有效作业幅宽。实际施用量等于肥料质量除以面积，再换算为亩或公顷。每个排肥口分别检查，防止平均量合格而左右两侧差异很大。[21]

本手册算例：行驶100米，有效幅宽1.2米，面积为120平方米，接肥10.8千克，则约为每亩60千克。宽窄行系统的有效幅宽按该次行驶负责的土地宽度计算，不能简单把两根下肥管间距当作幅宽。更换肥料颗粒、速度或开度后重新标定。

17.3 切割和输送校核

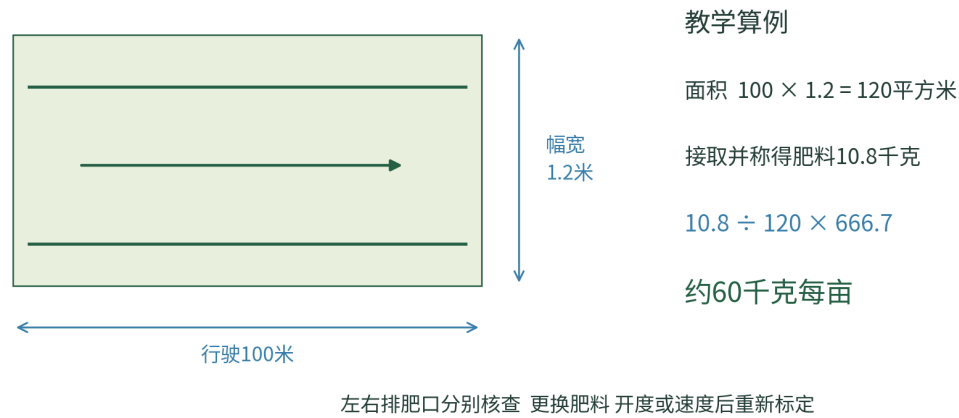
刀片磨损或缺口、轴承松动、皮带打滑和喂入不稳都会影响作业质量。开机前检查紧固、防护和润滑，调整后先空载、再低负荷、最后田间短段验证。甘蔗堵塞时立即停止动力，待运动部件完全停止并隔离意外启动后处理。

不能将手伸入正在运转的喂入、剥叶和输送通道。举升部件检修需可靠机械支撑，不能只靠液压保压。保护罩、急停装置和人员隔离区应保持有效，陪同观察人员不站在排料或抛射方向。

17.4 数据和责任交接

每台机具作业记录应包括驾驶员、日期、地块、速度档位、调节参数、异常停机及质量抽查。收获服务交接同时确认当季蔗损与下一季菟损；前后照片采用同一位置和比例参照，不用远景“整齐”照片替代近距离验收。

施肥机标定 用实称重量核查用量



CA_15_calibration · 图15 施肥机称重标定 面积由作业距离和有效幅宽计算
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

CA18 不同地块的实施方案与全年安排

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

18.1 旱坡地

优先保墒、防冲刷、保障种苗质量和稳定建立群体。修复稳定排水路径并顺应地形布行，雨来前不要让整片坡面长期裸露。能少扰动就少扰动，但种植带必须保证种土接触。选择当地抗旱适应性好的品种，预备应急水源或分区优先灌溉方案。

坡度较大时，机械使用上限按制造商和现场风险确定；不能因田块面积大就使用不适宜的重型收获系统。局部收集径流时也要避免集中冲毁下坡耕层。保留残叶后同时检查火源、鼠害和沟渠畅通。

18.2 黏重土和低洼田

先解决排水及根层通气，再安排机械。冷湿季行上厚叶可适量拨开，行间继续保持覆盖。用小段试作验证开沟、覆土与镇压，防止种植带被压成硬壳。轮胎粘泥、明显沉陷或蔗蔸容易拔起时暂停。

必要深松放在有利的含水量条件下完成，并核实下方有水可排；只将深部土层打松而无出路，不能解决长期高地下水位。地块极不均一时分区管理，不因一个探头显示偏干就全田灌水。

18.3 砂土和高淋失风险田

增加稳定的有机覆盖与根系输入，按检测将养分少量分次供应。灌溉要避免一次过量穿过有效根层，检查滴灌湿润宽度能否覆盖根区。肥料和有机物总量同时核算，不能用高浓度肥液弥补滴头覆盖范围不足。

18.4 冷凉或早收宿根田

评估萌芽温度、潜在寒害和收获期。若低温使萌芽缓慢，应区分正常季节性停滞与蔸死亡。行上适度拨叶有助于调整环境，但操作要保护芽和土壤水分。收后立即检查与记录，动土、灌水和追肥时间由条件决定。

18.5 按生育阶段编排作业

以下为中国南方常见春植和冬春收获体系的任务框架，具体月份随地区、秋植制度、榨季和气候移动。

阶段	必做任务	进入下一阶段的条件
更新准备	地块调查 测土 排水与轮作计划	地块限制明确 机具行距匹配
播种窗口	健康种苗 下种 覆土 保墒	种土接触好 种肥分隔
出苗阶段	查苗 控草 查积水和种腐	苗数和缺口有记录
分蘖建立	肥水 补缺 必要浅中耕	群体均匀 少无效弱苗
快速伸长	水肥 病虫害监测 必要培土	根层通畅 无明显倒伏风险
成熟前	检测质量 控制无效晚氮 排收运	糖厂 车辆与田况匹配
收获时	试收 调机 蔗损和蔸损检查	运输及时 完整蔸得到保护
收后宿根	留蔸判断 拨叶 必要修整 肥水	有生活力的芽开始恢复
季末复盘	产量 质量 成本 土壤与病害	明确保留 或更新轮作

同一阶段的昼夜与晴雨观察

每格都需要独立记录；天气类别不能替代实际辐射、温度和土壤水分。

晴天 · 白天

记录光照、热负荷、气孔/蒸腾与土壤水分；有光合，也有呼吸。

晴天 · 夜间

记录夜温、湿度、呼吸与生长；不把吸水吸肥统一记为停止。

雨天 · 白天

区分弱光、叶面湿润与根层补水；另查积水、径流和风。

雨天 · 夜间

记录湿润持续时间、排水与缺氧风险；不只用“夜雨”代替强度。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D08 · 昼夜晴雨观察矩阵

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

CA19 产量质量成本与示范试验

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

19.1 把产量目标拆开

商品蔗产量由单位面积有效茎数、单茎鲜重以及实际收获和交售损失共同决定。不能用“每米20棵”的苗期照片直接证明成熟商品蔗产量，也不能把样方中的最大单茎重量乘全田苗数。

教学算例：每亩5000根有效茎、平均可交售鲜重每根1.2千克，则理论蔗重为6吨；若采样和损失定义不同，这个数值也不能直接替代地磅结算。有效茎和单茎重均应在代表性样段中调查，实际商品蔗量以去除杂质后的可靠计量为准。

亩产8吨、10吨和12吨分别相当于每公顷120吨、150吨和180吨，属于不同强度的产量目标，不能当作三个可普遍复制的保证方案。设高目标之前，应证明当地品种、生长期、灌溉、土壤和收运条件可以支撑；否则投入和倒伏风险可能先上升。

19.2 质量评价不只称重

记录糖厂结算中的实际质量指标、含杂扣款、拒收及运输等待。若合同按可回收糖或相关指标结算，应按合同计算收益；手持糖度读数不直接替代结算检测。保护性技术的收益还可能来自减少作业、节油和延长有价值的宿根周期。

19.3 如何做一块可信的示范田

本手册建议将面积、土壤和初始群体相近的条带组成对照，随机布置不同处理，条件允许时至少做4个重复。每条带宽度应容纳完整机具作业，尽量减少地头 and 边行干扰。不能把最高地块设为新技术、低洼地设为对照后直接宣称增产。

第一轮优先比较一个主要变化，例如“保留覆盖并固定交通”与现有方式；其他品种、基础施肥和收获测量尽量一致。若改变的是整套体系，就将结果表述为体系比较，不能归功于某一个菌剂或设备部件。

19.4 至少跨越一个宿根季

新植季收获表现好，并不能证明下一季减损小。示范应追踪首季宿根出苗、有效群体、病害及收益。记录异常天气和作业延误，采用实测数据报告范围和不确定性；数据不足时只作本地观察，不宣布“全国适用”。

可以计算投入节约，但长期土壤碳增加需要统一采样深度、容重和分析方法，不以有机质百分比一次提高就宣称获得可出售碳信用。经济分析同时记录材料、燃油、人工、机械服务和等待时间，避免只算肥料。

提高宿根产量：从结果追到限制

没有通用的固定增产百分比；各技术效果不能直接相加。

净蔗产量

单位面积有效茎数 × 平均净单茎重；与实际净面积称重相互核对。

保住有效群体

健康种源/芽 → 伤蔸与病虫 → 缺株与成茎

支持单茎生长

水气/根区 → 营养/光温 → 伸长与积糖

减少损失与成本

倒伏/漏收/含杂 → 净蔗与糖 → 额外投入

最终评价

净蔗量、可回收糖和跨季净收益一起报告；以对照、重复和真实收获验证。

结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D12·产量构成与增产技术诊断

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

CA20 世界主要蔗区的保护性技术路线

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

20.1 先看共同原则，再看国别差异

本章选取中国、澳大利亚、巴西、印度、泰国、日本、美国、南非、毛里求斯和印度尼西亚10个有原始资料支持的国家。它是主要技术路线比较，不是全球所有国家、品牌和产品的穷尽名录，也不以研究试验代表该国全部蔗田的实际采用程度。日本的部分装备在泰国试验，设备研发地与验证地点分别列明。

国际甘蔗保护性技术可归为六组：减少全幅扰土；青蔗收获与蔗叶覆盖；固定车辆通道；更新季轮作和覆盖作物；适应覆盖条件的种植与施肥；保护蔗蔸的收获和宿根管理。滴灌、自动导航、秸秆粉碎或深松本身都不是完整的保护性耕作体系。必须看其是否与土壤条件、残体管理、车辆行走和作物更新共同配套。

[1][I01][I03][I12]

国家或蔗区	主要技术组合	迁移到中国蔗田时先核对什么
中国南方	蔗叶粉碎还田、宿根管理；局部松土与覆盖配套试验	黏湿土排水、坡度、石块、机型幅宽和伤蔸风险
澳大利亚	分区耕作、固定通道、豆科休闲、青蔗叶覆盖	行距与全套轮距匹配；双行制倒伏和机收适应性
巴西	不焚烧机收、残体保留、少耕、交通控制	运蔗车轴荷、雨季压实；土质不同的最低留叶量
印度	蔗叶覆盖、宽窄行或配对行、宿根联合作业	灌溉制度、行带尺度、萌芽条件和机具是否切伤蔗蔸
泰国	少耕与免前耕种植试验、局部深松施肥种植	沙土与旱季水分；不能把少耕直接等同于增产
日本	蔗田压实诊断、局部深松、种植联合机研发	属于诊断后补救性扰土；验证地点及试验年代
美国路易斯安那	青蔗残体覆盖、行顶清叶向行间移置试验	冷湿收获季、排水和春季宿根升温出苗
南非	残体覆盖、交通管理、绿肥轮作和侵蚀防控	坡地径流路线与长期结构效应；养分投入是否相同
毛里求斯	灌溉宿根蔗叶覆盖、水分监测和灌溉调整	干湿季差异、有效降雨、排水量和实际灌溉量
印度尼西亚	少耕或免耕与蔗渣覆盖的长期试验	蔗渣不等于田间蔗叶；缺株率和土壤动物响应

20.2 澳大利亚：先固定车辆空间，再减少整地

分区耕作（zonal tillage）仅处理未来种植带，把行间保留为车辆通道。更新季以豆科休闲打断连作，再用切茬圆盘、松土齿和镇压部件建种床。SRA资料明确指出，反复旋耕会破坏结构，少耕也仍须保证种段与土壤接触。不能把轮道年年深松后又反复碾压。[I01]

行距不是越宽越好。昆士兰五点试验表明，应把新植、宿根、倒伏、鼠害和收获损失一起比较；1.8米双行体系部分宿根季受损，不能只凭新植产量选择行制。具体数据见T02。[I02]

20.3 巴西：协调残体利用与重型机收

巴西原始研究的重点是青蔗残体留田量、少耕及运蔗交通。蔗叶可用于能源并不表示可以全部移走；五年试验显示，黏土和砂壤土的产量响应不同。以覆盖、土壤碳和地力为目的时，应先测留叶干物质量，再决定是否可移出余量。[I03]

固定通道要求种植机、收获机、拖拉机和运蔗车共同匹配。只有收获机装导航，运蔗车仍压种植带，无法获得完整保护效果。人工准确对行也可能改善根区，RTK用于提高轨迹重复性；它不能消除湿土承载力不足。[I04]

20.4 印度：覆盖、行制、灌溉和宿根联合作业

干旱灌溉条件下，蔗叶覆盖能降低无效水分损失；但覆盖量和灌水制度必须联合检验。印度既有0、3、6吨/公顷覆盖试验，也有75厘米等行距与30：120厘米配对行试验。两个因素一起改变时，系统增益不能全部归于覆盖。[I05][I06]

IISR研发的宿根管理机把若干作业合并，目的在于减少进地次数。应按蔗蔸、土壤和覆盖状态选择所需模块；削蔸、深松、破垄、施肥和培土并非每块田每年全部做一遍。机具说明见图21-G。[I18]

20.5 泰国与日本：用试验确定扰土边界

泰国孔敬研究曾出现免耕产量低于常规耕作的数值结果，提醒我们在干旱、土层受限或建植质量不良时，直接停耕不一定成功。日本与泰国联合研发的局部深耕施肥种植机，把多次整地改为一次局部作业；其深部刀具仍明显扰土，准确名称应是免前耕或局部深耕联合种植。[I07][I16]

日本冲绳资料说明了车轮碾压与通气能力的关系，并展示振动式深松装置。该设备用于解除已诊断的限制层，不是要求全田常年深松。深松之后若继续湿地重载碾压，改善可能不能维持。[I17]

20.6 美国路易斯安那：冷湿地区要管理行顶覆盖

在收获后偏冷、排水不良的条件下，厚残体可能妨碍宿根恢复。行顶移叶、行间保留是一种处理方式，但移叶后的径流也须检查。2012—2016年三地试验中，焚烧、覆盖、移叶处理的蔗产量并无显著差异；早期研究又记录了冷湿条件下的不利影响。二者说明结果受年份、土壤和管理条件影响，而不是互相抵消。[I09][I24]

20.7 南非：把长期土壤结构和坡地侵蚀纳入评价

SASRI提出交通管理、绿肥轮作和侵蚀防控等土壤健康措施。始于1939年的BT1长期试验提供了残体管理与施肥分开比较的机会。长期保留残体的结构收益，应通过孔隙和稳定性指标核实；不能把土壤模型的解释率写成甘蔗增产率。[I10][I12]

20.8 毛里求斯：覆盖以后重新安排灌溉

蔗叶覆盖与中心支轴灌溉的联合试验显示，部分地点产量提高，并有节约灌溉水的潜力。湿季覆盖也可能增加排水，因此“覆盖节水”不是每次灌水照旧后的自然收益。应使用根层含水量、雨量和水表安排灌溉，区分作物耗水、灌溉水和深层排水。[I08]

20.9 印度尼西亚与中国：补充本地证据

印尼试验把免耕与蔗渣覆盖组合，观察土壤动物、有效磷和缺株。蔗渣的含水率、粒度和组成与田间蔗叶不同，其施用量不能直接替换蔗叶处方。[I11][I25]

中国已有蔗叶粉碎还田设备与微生物群落研究。广西土壤CT研究还显示，存在结构限制时，适度的目标性扰土可能改善孔道。应先诊断限制层，再选择最小必要作业；不是以“越少耕越好”代替诊断。[I13][I14][I19]

国别经验进入本地试验前先对条件

比较的是品种、环境、操作和终点，而不是国家名称。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q09 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意图；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

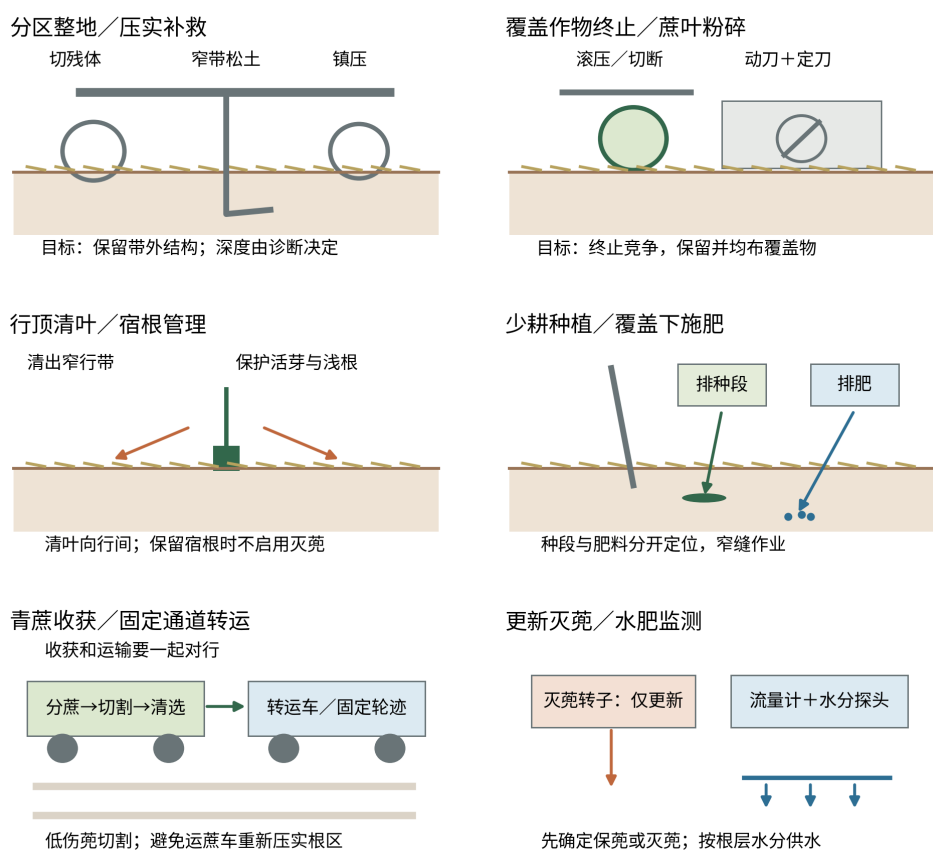
CA21 机械与机具图谱：结构、作用和验收

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

21.1 怎样判断机具是否有保护作用

图谱覆盖整地、覆盖、种植、施肥、收获、宿根和更新所需的12类功能。实机照片证实的是设备外观与配置；机构公开参数说明其设计或测试条件，不能替代独立田间增产试验。以下型号是可核查的实例，不是采购排名；厂家参数按所引用页面或手册版本记录。

功能类别	关键工作部件	现场必须核验的结果
1 分区整地	切茬圆盘、松土齿、小幅整土、镇压轮	只动目标带；带宽和种床质量可测
2 压实补救	深松铲、翼铲或振动刀、限深装置	穿过限制层且不伤蔗蔸；扰动后能保持
3 覆盖作物终止	割草、滚压或相应灭生作业装置	停止与甘蔗争水争光，保留足够地表覆盖
4 蔗叶粉碎与均布	捡拾齿、动定刀、抛撒或导流机构	无成堆堵行；蔗蔸损伤和漏粉碎率低
5 行顶清叶	指轮、耙齿、圆盘或导叶板	只清目标行带，不刮断芽和浅根
6 少耕种植	切茬器、开沟器、排种段、排肥、覆土	有效芽数、漏播、覆土深度和肥种隔离
7 覆盖下施肥	切叶圆盘、窄开沟器、计量器、覆土	肥料进入目标土层；不过量、不伤根
8 青蔗收获	分蔗器、基部切割、输送、切段、清选	蔗蔸完整、切口、损失和含杂协调
9 转运与交通	匹配轮距、轮胎或履带、导航与转运车	不压种植带；控制轴荷和转弯轨迹
10 宿根联合作业	可选削蔸、松土、施肥、培土模块	只开启必要模块；活芽保存和缺株率
11 更新灭蔸	切割盘、起蔸铲、碎蔸转子	仅用于终止旧蔸，不能用于保留宿根
12 水肥与监测	过滤器、滴灌、阀门、流量计、传感器	均匀度、堵塞、根层水分及实际投入

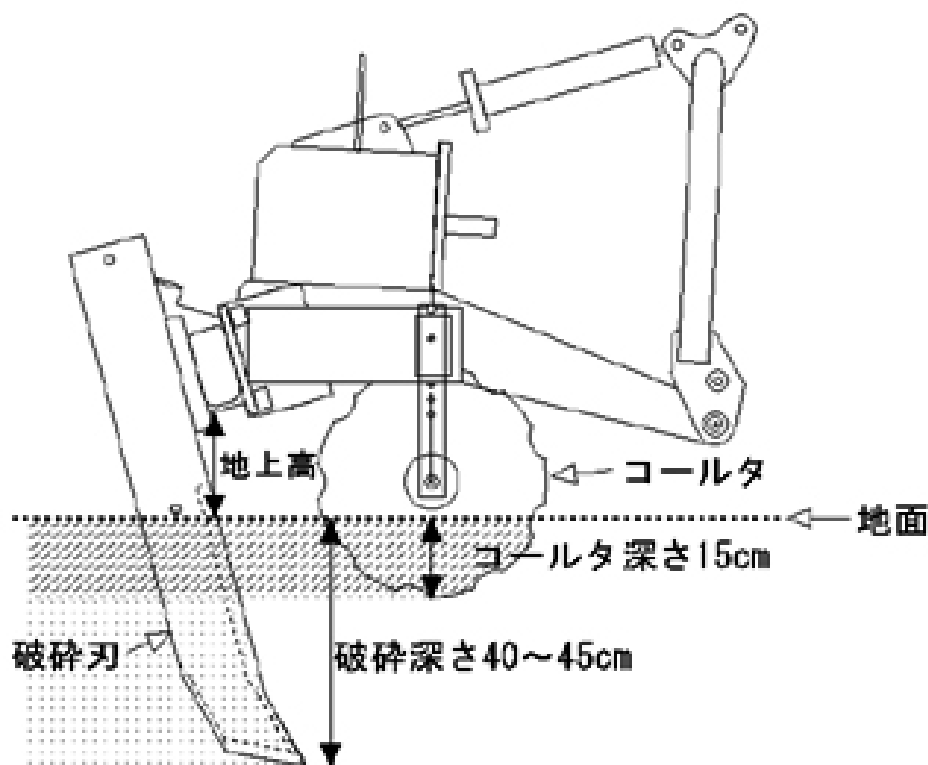


CA_int_machine_modules · 图21-A 12类功能的代表性工作部件与作业位置。原创结构示意，不是可加工图；机具必须与行距、通道及保留蔗蔸的位置一起设计。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

21.2 分区整地与诊断性深松

分区整地常把切残体、松土、整种床、镇压串联起来。圆盘先割断覆盖物，避免松土齿拖带残体；松土齿处理根区限制；后部整土和镇压改善种土接触。没有限制层时，不应为凑齐流程增加深松。松土深度应依据限制层底界和根系分布确定，而不是从别国机型直接抄一个数值。[I01]



CA_japan_subsoil · 图21-B 日本NARO发布的振动式深松机结构原图：前部圆盘与破碎刀配合；图中切割深15厘米、破碎深40—45厘米是该试验设置。[I17] 这是机构结构图，不是现场照片。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

深松前，在种植带和轮道分别测土壤水分、贯入阻力和根系分布；同一地块干湿程度不同，阻力读数不能直接比较。作业后挖剖面查看是否只拉出光滑缝隙，或确实使目标层开裂；黏湿土易涂抹成壁，不宜仅凭拖拉机能拉动就进地。不能把40—45厘米作为甘蔗统一处方。

21.3 局部深耕、施肥和植付联合机

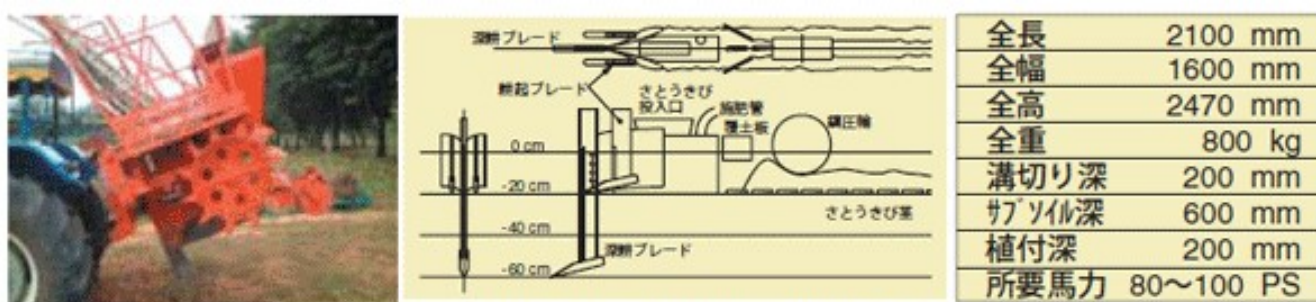


图1 試作した部分深耕同時施肥・植付機の概要

CA_japan_machine · 图21-C JIRCAS公开的日本—泰国研究样机照片、侧视结构及原始参数表。[I16] 试验时期为1999—2001年前后；图为原始研究资料。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

该样机前部局部深刀、侧刀与后部施肥植付组合：资料列深刀约60厘米、侧刀约20厘米、配套动力80—100 PS。它展示“一次通过完成多步”的结构思路，但工作单元仍需切入深层。资料中的节油和省时针对完整整地—种植体系；单独种植作业反而可能比普通植付机耗油更多。不能把70%的体系节约写成单机油耗降低70%。[I16]

适用判断依次为：是否确有深层限制；动力和牵引力是否足够；垄沟是否积水；肥料与种段是否隔开；土壤是否过湿；通道能否容纳整机。小型拖拉机不能只按外观缩小铲具后照搬牵引结论。

21.4 甘蔗叶粉碎还田机

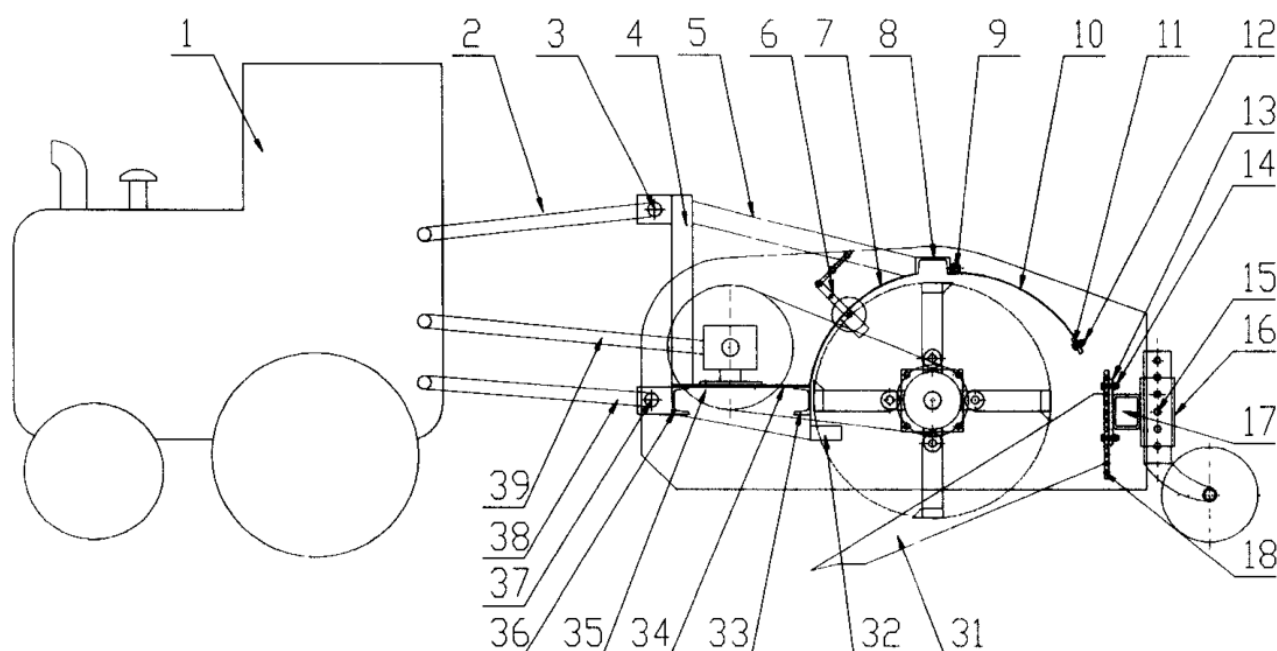


图 1

CA_china_patent · 图21-D 中国甘蔗叶粉碎还田机专利CN2901835Y原始主视结构图，2007年公开。[I27] 图示1拖拉机、31集叶器、32定刀；其他部件详见原专利。它不是现售1GYF或1JR某一子型号的实机照片。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

中国热科院农机所介绍的系列机具结构包括仿形捡拾齿、螺旋刀辊、动定刀与防缠绕粉碎腔；系列幅宽1.2、1.5、2.0、2.4米。页面报告粉碎率达91%以上，但未在该页面给出完整独立试验设计，因此本手册将其列为机构公开性能，不能当作本地实测或增产百分比。[I19]

近期机具试验补充：2025年1GYF-150结构优化研究摘要报告，蔗叶含水率31.8%时，拾取率98.4%，粉碎至不大于20厘米的比例94.4%。这是有明确含水条件的机具质量指标；本手册未取得其完整逐次试验数据，不将其换算为增产或节本率。[I28]

验收时，应把作业前蔗叶干物质量、含水率、速度、堵塞次数、覆盖均匀性、伤蔸率和油耗一起记录。干净地面上空载转得顺，不代表厚叶、湿叶与石块条件下能稳定作业。已有均匀碎叶时，不必为了“还田”再进地粉碎一次。

21.5 切段式种植机与覆盖下施肥机



CA_dmb_planter · 图21-E 巴西DMB PCP 6000 Automatizada切段式种植机官方产品图。[I20] 图示可核验大型料斗、输送及种植作业单元。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

厂家页面列双行作业、种段料斗24立方米 / 约6吨、肥箱1,250千克和所需动力200 hp，属于大型牵引式实例。开沟、供段、施肥和覆土需要分别校准。其名称和自动控制不能保证适应任意厚覆盖物；要实测开沟器是否堵塞、种段落点和有效芽损伤。这里不把该机列为小型拖拉机方案。[I20]



CA_dmb_fertilizer · 图21-F DMB深层及表层分配施肥机官方产品图。[I21] 切茬圆盘及随地形运动的施肥单元，用于说明在残体存在条件下如何把肥送到目标位置。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

该产品页面列3行作业、26英寸切割圆盘和最低140 hp动力，属于厂家配置说明。关键原理是先切覆盖物、窄缝开沟、定量送肥，再按需要覆土。现场需称量每个出口的排肥量，检查堵塞与偏流；有效作业宽度必须采用机具实际覆盖的行距，不能使用料斗宽度。[I21]

21.6 宿根管理机和行顶清叶



CA_india_rmd · 图21-G 印度IISR公开的圆盘式宿根管理装置图片。[I18] 原图分辨率较低，保留原貌；可用于辨认机架、肥箱和圆盘，不能读取制造尺寸。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

宿根联合作业装置可集成削蔸、局部松土、破垄、施肥和培土等功能。IISR介绍的综合宿根机有效能力为0.35—0.40公顷/小时；此数值不自动适用于所有圆盘式变型。圆盘式机具用于有蔗叶条件下的行侧作业，选型须逐一确认是否带削蔸模块、适用行距、动力、肥位和作业深度。[I18]

行顶清叶与整幅清叶不同：清出的蔗叶应在行间均匀布置，不应全部推出田外或堆入排水沟。指轮、耙齿或导叶盘只用于移动残体；清叶机具的位置示意图21-A。阴冷积水田可试验清出窄行带，干热缺水田则应避免过度裸露。美国试验的结果不能推导出所有地区都需要清行。[I09]

21.7 青蔗收获机与转运系统



CA_harvester_0_1 · 图21-H John Deere CH570官方2015年手册中的青蔗收获与转运照片。[I22] 它证明典型作业系统的存在，不代表照片中的轨迹已经达到固定通道验收要求。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

青蔗收获机依次完成分蔗、基部切割、喂入、切段、清选和装运；残叶通过清选系统回到地表。基部切割太低会带入泥土并伤蔸，太高会损失可收蔗段；清选风量过大可能吹走蔗段。应按实际品种、倒伏和含水状态调节，不能用一个固定转速包办所有田块。[17][I22]

大型收获机、配套拖拉机与满载运蔗车共同形成交通载荷。采购前画出直行轮迹、卸载点、地头转弯和会车路线；固定通道必须能贯穿整个作物周期。低压轮胎或履带可改变接地状态，仍须控制轴荷、重复碾压和土壤湿度。RTK导航只是保持路线的工具，不等于土壤不会压实。[I04]

21.8 更新灭蔸设备：只在结束宿根时使用



CA_dmb_renew · 图21-I DMB机械灭茬机官方产品图。[I23] 其用途是终止旧茬、准备更新，不能与保留宿根的管理机混用。继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

厂家介绍双行作业，前切割盘、V形起茬部件与动力驱动碎茬转子配合，最低动力140 hp。更新要评价旧茬再生是否受控、土壤扰动是否过大，以及后续覆盖作物能否建立；机器能碎茬不等于已消除全部病原。保留宿根时禁止把此类灭茬功能当作“松茬促芽”。[I23]

21.9 配套监测和验收记录

滴灌与传感器结构见第10章；交通与深松位置见图21-A和图23-A。计量、导航、含水监测和排水设施共同服务于减少无效作业，不能用设备数量作为先进程度指标。

本手册建议每台机具建立一张验收卡：机型和序列号、主机功率、轮距、轮胎、作业日期、土壤含水率、残体量、实际行距、速度、幅宽、深度、漏作率、堵塞次数、伤茬率、有效能力、油耗及照片。有效能力 = 实际合格面积 ÷ 包含地头转弯及正常停顿的作业时间；油耗同时报升/公顷与升/吨，避免低产导致指标失真。每项合格标准应在试机前与作业方确定。

CA22 国际试验数据与适用边界

第二部 保护性耕作·保护性耕作V3.0全文

22.1 如何读下面的证据

本章整理16组原始试验或官方试验摘要，保留正效应、无显著差异和不利结果。它不是系统综述或荟萃分析；不同国家的产量不直接排位。A表示核对了全文方法和数据表，B表示主要依据作者或机构公开摘要，C表示官方技术资料或机具试验简介。分级表示本手册的核对深度，不是论文质量评分。

单位统一：1公顷 = 15亩；1 quintal (q) = 100千克；1泰国rai = 0.16公顷。产量为甘蔗鲜茎吨/公顷，除非另作注明。Mg与公吨数值相同。“显著”须有原文统计依据；原文未给出误差或重复数时写明缺失，不补造误差棒。相对变化 = (处理 - 对照) ÷ 对照 × 100%；它不是统计检验。

22.2 T01 澳大利亚：减少整地的燃油与时间

证据C，SRA《Zonal tillage》所列SYDJV作业比较。常规：休闲后旋耕2遍、偏置圆盘耙4遍；分区：浅旋1遍、齿式机具2遍。两个体系的作业组成不同，不能把结果解释为仅由某一刀具造成。[I01]

指标	常规整地	分区整地
燃油，升/公顷	140—180	25—45
拖拉机时间，小时/公顷	20—35	5—10

资料称新植与宿根蔗产量可维持相当，但未在这张简报中给出重复数和逐年误差。上述为来源范围，不应取两个区间的任意端点拼成一个保证节油率。当地还需计入机具折旧、等待和修理。

22.3 T02 澳大利亚：行制改变与宿根风险

证据A，Garside等2009年，昆士兰五地点、2002—2006年前后试验；多数地点2重复，Tully为4重复，前茬为大豆休闲。以下摘录共同处理：双圆盘开沟种植于畦上，1.5米单行对1.8米双行；不与其他整地方式混比。[I02]

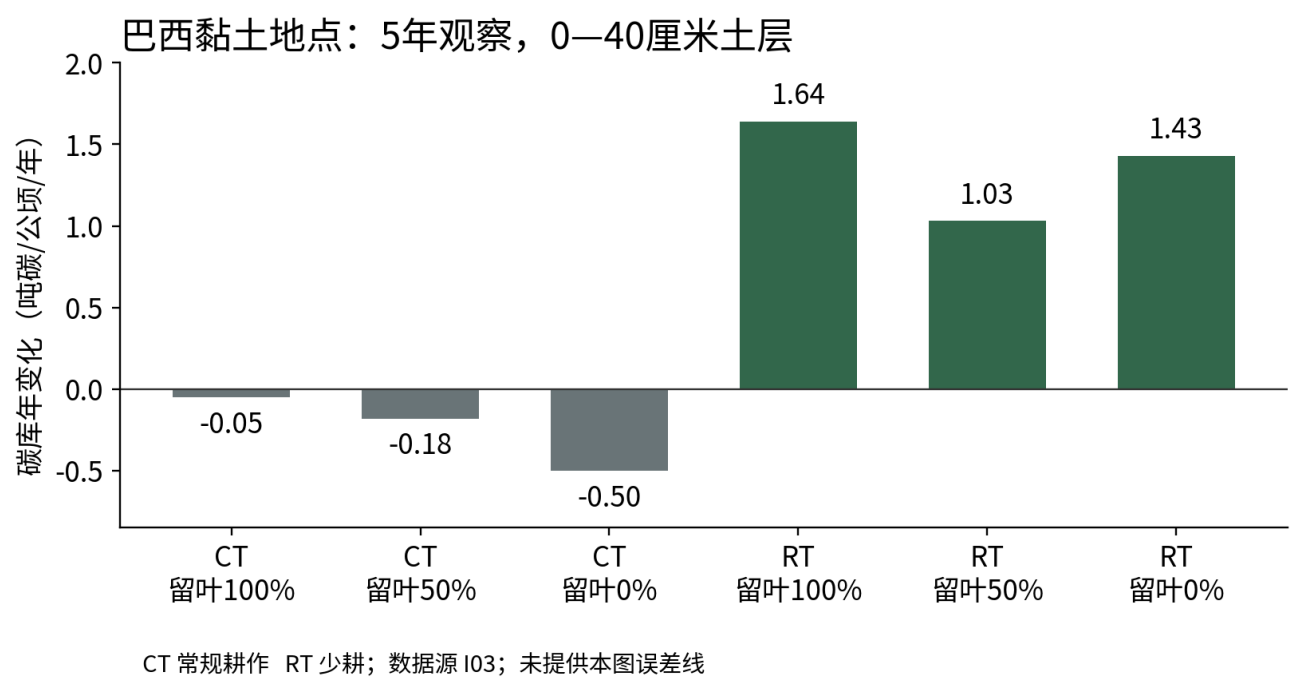
地点	新植：单行 / 双行，吨/公顷	第一宿根：单行 / 双行，吨/公顷
Gordonvale	103 / 102	107 / 106
Ingham	74 / 81	本表无值
Mackay	109 / 108	120 / 107
Bingera	103 / 120	134 / 120

共同地点分析：新植行制效应不显著；第一宿根原表均值123与113吨/公顷，P = 0.05。部分双行处理遭倒伏及收获损伤。不能用新植一季“产量相同”证明多年宿根同样稳定；表中均值依原文统计报告保留，不用四舍五入后的地点值重算替换。

22.4 T03 巴西：少耕与移走蔗叶的五年交互

证据A，2013年建植、连续5次收获；砂壤土与黏土两地点，常规耕作CT / 少耕RT×移走0%、50%、100%残体，4重复。RT只开约0.30米种植沟，CT另有深松和耙地；两者均有覆盖作物前茬。[I03]

黏土地点五年平均：RT比CT高约7吨/公顷；不移叶比移走50%和100%分别高约11和18吨/公顷，报告为显著差异。砂壤土地平均产量差异不显著。这些是不同因素的边际比较，不能相加为“总增产25吨”。



CA_int_brazil_carbon · 图22-A 巴西黏土地点0—40厘米土层年均土壤碳库变化，按原文数据重绘。[I03] 这是土壤碳变化，不是全生命周期温室气体净减排；误差未在此图补造。
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

留叶量还应兼顾收获时实际产出的干残体量。该试验的百分比处理不能转换成全球统一的“至少留几吨”规则。

22.5 T04 巴西：固定通道与根区结构

证据A，2007年开始，2010年取样；3种交通处理、每处理4重复。WCT为未控制交通；CT1将拖拉机和转运车轮距调至3.0米、人工导向；CT2在此基础上使用RTK。比较种植行、距行0.30米及行间中心0.75米，取0—30厘米分层样。[I04]

受控交通的种植行最小限制水分范围较宽；15—27厘米层较多大于500微米的复杂孔隙，根干重也较好。论文关于根重“44%”在摘要、正文和结论中措辞不一致，本手册不采用这个单一百分比。结果支持保护根区和匹配轮距，不支持“装导航必然增产某百分比”。

22.6 T05 印度：宿根蔗叶覆盖与灌溉

证据B，Sriganganagar，1998—1999及1999—2000年，品种Co6617；覆盖量0、3、6吨/公顷。公开摘要未列重复数及标准误。产量由原文q/公顷换算为吨/公顷。[I05]

覆盖量，吨/公顷	甘蔗产量，吨/公顷	相对不覆盖的数值变化
0	41.08	对照
3	49.38	+ 20.2%
6	56.65	+ 37.9%

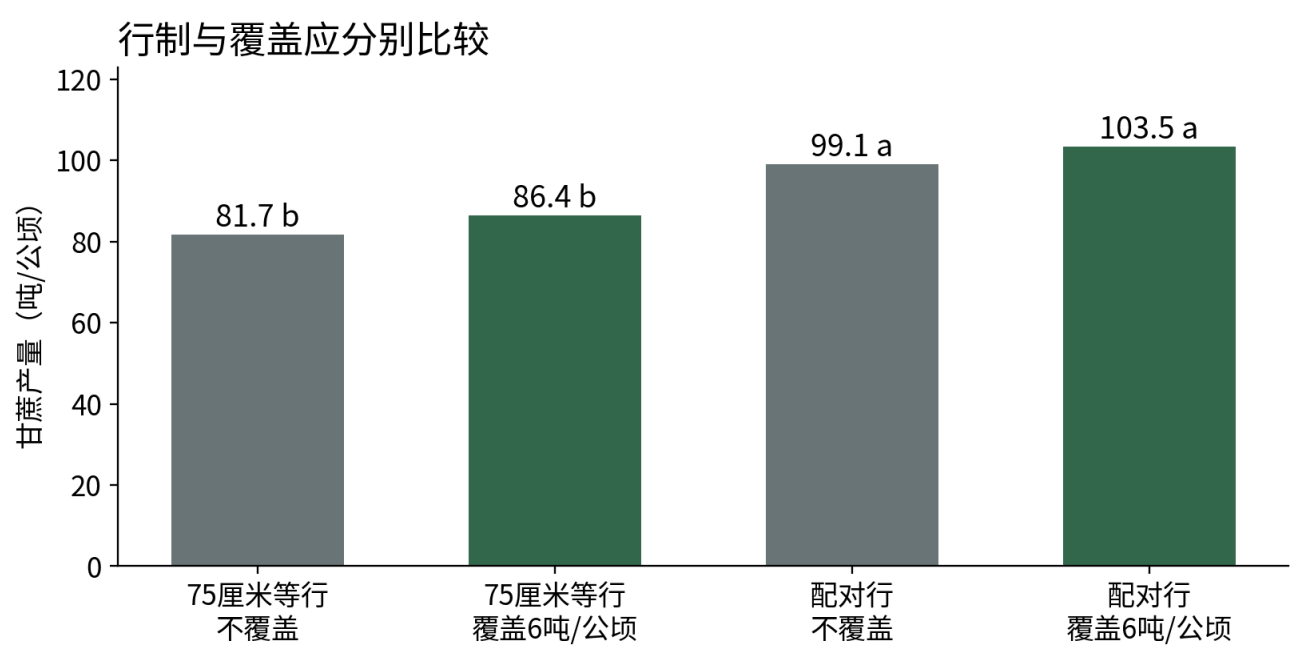
原文报告6吨覆盖产量显著较高；IW/CPE 0.9与1.2的灌溉处理平均产量为49.86与49.98吨/公顷，差异不显著。0.9配6吨覆盖的组合产量57.40吨/公顷，摘要报告节约灌溉水23%。该比例属于试验比较，不能应用于所有灌区。

22.7 T06 印度：把行制效应与覆盖效应拆开

证据A，Pusa，2016—2019年，砂壤土、初始pH 8.2；4种植处理×3种灌溉制度，条区设计、3重复，覆盖量6吨/公顷。[I06]

种植与覆盖处理	产量，吨/公顷	原文显著性分组
75厘米等行，不覆盖	81.7	b
75厘米等行，覆盖	86.4	b
30：120厘米配对行，不覆盖	99.1	a
30：120厘米配对行，覆盖	103.5	a

同一行制内覆盖增幅为5.8%和4.4%，各自同字母，未达显著；把配对行加覆盖与等行不覆盖比较得到26.7%，是组合效应。配对行覆盖相对配对行不覆盖，微生物量碳均值比值高12.2%，但原表微生物量单位带有“day-1”，存在疑义，本手册只保留比值；脱氢酶活性255.4对216.5微克TPF/克/24小时。土壤有机碳5.2对4.9克/千克同属a组，无显著差异。



Pusa 2016—2019；3重复；I06 表6；相同字母为该表检验下差异不显著

CA_int_india_factor · 图22-B 印度Pusa试验产量均值与原文分组重绘。[I06] 字母不同表示该表规定检验下的差异；没有把组合处理的26.7%全归给覆盖。
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

22.8 T07 泰国：免耕并非一定增产

证据B，泰国农业部与JIRCAS孔敬试验，2001—2002年，Satuk土、U-thong1；耕作×施肥裂区试验、3重复。原产量为吨/rai，本表乘6.25换算。[I07]

耕作处理	原产量，吨/rai	换算，吨/公顷
免耕	9.07	56.69
最小耕作	10.46	65.38
常规耕作	11.30	70.63

免耕与最小耕作差异不显著；相对常规耕作的数值变化约 - 19.7%与 - 7.4%。摘要报告若干土壤水分和孔隙指标改善，但没有提供足以在本手册重新检验全部产量比较的误差数据。土壤某指标变好不等于当季产量必然增加。

22.9 T08 毛里求斯：产量、节灌和排水分别报告

证据B，3个灌溉地点：Savannah、Médine、Saint Antoine；中心支轴灌溉，20、40、60厘米监测含水量。原作者摘要未完整列出重复数和各季年表。[I08]

Savannah和Médine覆盖相对无覆盖年均增产7.2和6.6吨/公顷；3地点估算的季节水量等效值分别为62、54、72毫米，灌溉节水潜力10%—15%。湿季4个月的一个比较中，排水量为无覆盖43毫米、覆盖240毫米。需同时报告有效降雨和排水，不能把所有保住的水都算作少灌的水。

22.10 T09 美国：无显著产量差异也有意义

证据B，路易斯安那，2012—2016年，3地点，焚烧、残体覆盖和行顶移叶三种处理。公开摘要的总体平均蔗产量66.7吨/公顷、糖产量7.97吨/公顷；处理效应P分别为0.78和0.99，无显著差异。[I09]

66.7是总体均值，不能据此画出三个处理都等于66.7的柱状图。径流系数为0.1—0.4，排序覆盖 < 焚烧 < 移叶；2014年焚烧与移叶的硝态氮流失分别为0.54、1.04千克/公顷，溶解磷为0.02、0.29千克/公顷，原文报告有差异。覆盖和清行应兼顾径流，而非只看出苗。

22.11 T10 南非：长期团聚体和孔隙证据

证据B，Deeb等2021年对始于1939年的BT1试验研究：24小区，残体3水平×施肥2水平、4重复，0—10厘米土层，用土壤收缩曲线评价结构。作者摘要报告残体因素解释土壤结构变异19%，肥料因素12%；覆盖下土体更具孔隙和结构稳定性。[I10]

19%和12%是模型解释的变异比例，不是孔隙率提高19%、肥料增产12%。本手册未取得完整逐处理原始均值，不绘制虚构的孔隙柱图。长期试验的主要价值是显示结构改变需要跨季观察。

22.12 T11 中国广西：覆盖与土壤微生物群落

证据A，广西扶绥，2019年9月至2020年8月，在有透明顶棚、通风和水分控制的设施条件下开展；18小区，5×6米、3重复，ROC22与中蔗9，秸秆12吨干物质/公顷、切长3—5厘米。不能称为完全开放露地试验。[I13]

同品种自身秸秆比较	土壤有机碳，克/千克	细菌Shannon	真菌Shannon
ROC22，不覆盖 R	14.53±0.22 c	6.42±0.01 e	3.97±0.06 e
ROC22，自身覆盖 RR	15.64±0.21 b	6.50±0.02 d	4.22±0.03 d
中蔗9，不覆盖 Z	13.16±0.52 d	6.54±0.01 c	4.40±0.03 c
中蔗9，自身覆盖 ZZ	15.59±0.38 b	6.74±0.03 a	4.60±0.06 b

数值与字母按原表保留；“±”为原文报告的离散量，不在本图重新推断置信区间。字母为原论文全部6处理的分组，这里仅摘4处理。该研究还比较交换不同品种秸秆，图23-F保留完整处理说明。群落多样性不能直接换算成氮肥节省量。

22.13 T12 中国广西：CT看见的是真实孔隙结构

证据A，广西农科院里建基地、桂柳05-136、砂壤土；2017年启动、约3年后采样；每处理3个50平方米小区、3根原状土柱。比较免耕NT与每3年一次、深约30厘米的粉垄T，0—40厘米分层分析。文章同时记载免耕历史5年，不能把两种时间口径混成相同处理持续期。[I14]

表1容重均值：NT在0—10厘米为1.568克/立方厘米，T为1.545；20—30厘米分别1.514、1.495，原表同层容重差异不显著。CT显示T中较连续、纵向延伸的生物孔道。相近容重并不意味着孔隙网络相同。图23-B、23-C为原文实测重建图；该研究不是证明所有蔗田应粉垄的产量试验。

22.14 T13 巴西：残体移除与微生物绝对丰度

证据B，Moraes等2019年，巴西东南部Oxisol和Ultisol、连续2年，残体不移除、中等移除、全部移除；0—5与5—10厘米土层，用qPCR测细菌、古菌和真菌基因拷贝。[I15]

第二年0—5厘米层，全移除使报告的微生物丰度指标下降23%—54%；中等移除未出现同样明确下降。该区间跨指标或土壤，不能分配为“细菌恰好下降23%、真菌恰好下降54%”。qPCR反映目标基因拷贝，仍不等于所有活细胞的直接计数。

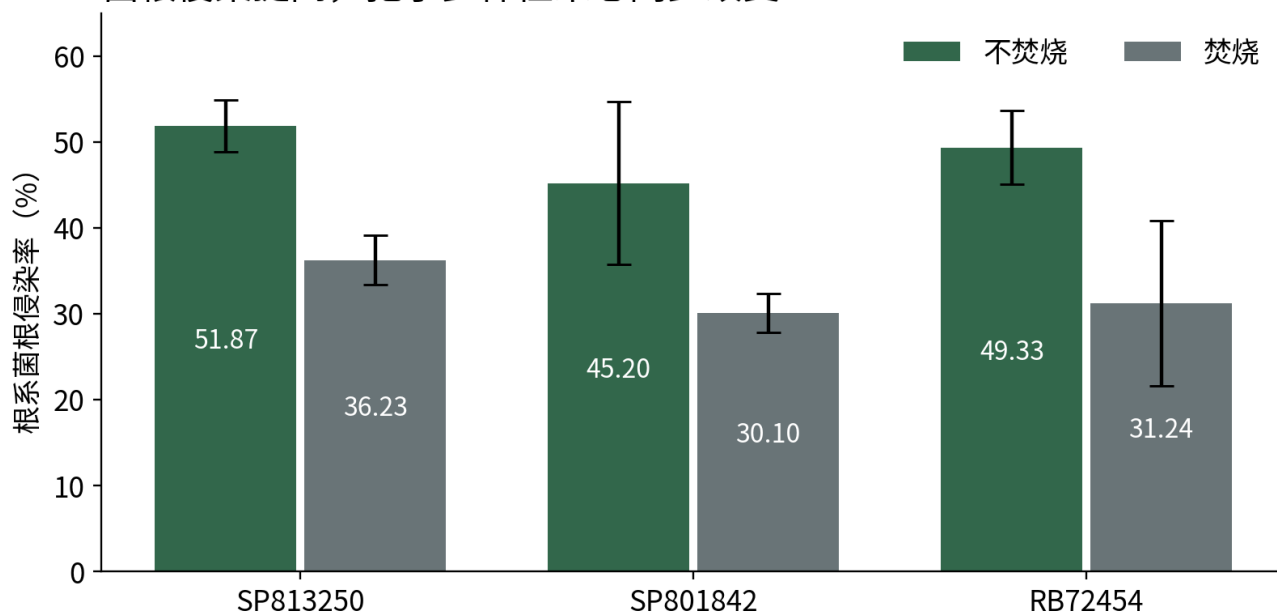
22.15 T14 巴西：菌根侵染率与孢子群落不同步

证据A，Azevedo等2014年，巴西Novo Horizonte；3品种、焚烧与不焚烧收获，首次收获后84天、0—10厘米土和根样。原表每品种每管理n = 3，处理通过条带实施，样品重复不能代替更多独立管理条带。[I26]

品种	不焚烧：根系菌根侵染率，%	焚烧：根系菌根侵染率，%
SP813250	51.87±3.04	36.23±2.87
SP801842	45.20±9.46	30.10±2.29
RB72454	49.33±4.29	31.24±9.58

原表为均值±标准差；同品种管理差异显著，P分别0.0053、0.0058、0.0018。但孢子数量、种类多样性等未显著改变。实际根内共生与土中孢子库是不同指标；不能只看一种指标就说“微生物全部增加”。

菌根感染提高，孢子多样性未必同步改变



I26 表4；首次收获后84天；均值±标准差，n=3

CA_int_amf · 图22-C 首次收获后84天甘蔗根系菌根感染率，按原表重绘，误差线为标准差。[I26] 生物学指标的提高不自动等于当季增产。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

22.16 T15 印度尼西亚：土壤动物响应随时间变化

证据B，Lampung试验，2010年7月种植、8月施蔗渣；耕作 / 免耕×有无蔗渣，20个25×25米小区。施覆盖后1、4、10个月进行24小时陷阱捕获，弹尾目与膜翅目合计超过捕获量90%。少耕相关差异在早期出现，到10个月并未保持。[I11]

陷阱捕获反映地表动物的活动与相对丰度，不能当作每立方米土壤的绝对密度；这些动物也不是细菌或真菌。该研究提供食物网响应证据，未提供可直接套用的增产率。

22.17 T16 日本—泰国：比较完整作业体系

证据C，JIRCAS公开的局部深耕施肥植付机研究。以常规整地种植体系为100%，改进的已整地体系燃油约80%、时间75%；免前耕联合体系两者约30%。单独植付环节油耗却约为常规植付的2倍。节约来自减少前序整地，不是每个环节都更省油。[I16]

原资料同时指出生长与产量影响需要继续评价，所以本手册不由省油推算增产。推广前至少完成出苗、收获、第一宿根和总成本跟踪。

22.18 试验结果应怎样综合

以上研究支持“按限制因素组合技术”，不支持统一的全球增产系数。旱地覆盖保水收益可能明显，冷湿地厚覆盖可能不利；控制碾压可改善根区，已经致密的土体却不一定靠停止耕作立即恢复。短期微生物和水分响应、长期碳库与宿根寿命，必须分别记录。

本手册没有对异质试验求简单平均增产率，没有把厂家节本率当作随机田间试验，也没有把国外试验条件转换成未验证的中国亩产承诺。下一章解释这些结果背后的结构与生物学过程。

CA23 从地表到根际：微观世界怎样变化

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

23.1 结构变化先看孔道，不只看土壤是否松软

土体由固体颗粒、孔隙水和孔隙气组成。根系生长受机械阻力、氧气、水分和养分共同限制。大而连通的孔道利于入渗、排气和部分根系伸展；较小孔隙储水，但其中的水未必都能被作物吸收。不能用“孔隙越大越好”解释所有情况：过大且贯通的旁路也可能让水和溶质绕过根区。

轮胎载荷可使土粒重新排列、压缩或截断孔道；湿土更容易发生塑性变形。反复扰土也可能切断旧根孔和菌丝网络。保护性耕作的目的，是保住种植带的功能结构，而不是让轮道、种床和整个土层都变成相同的松软程度。[I04][I14]

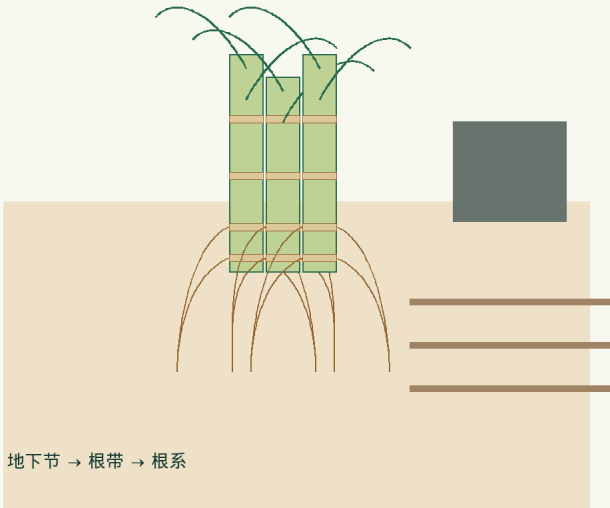
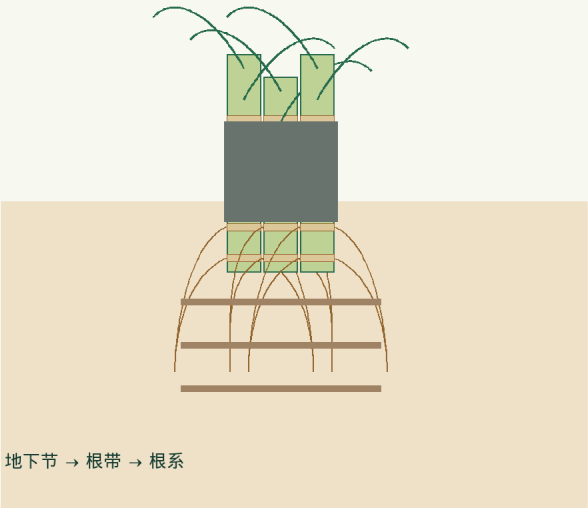
GAKI · 节位校正与全书配图 · N14

固定交通带：把轮迹与节部根区分开

轮迹位置、载荷、次数与土壤含水量共同记录。

轮迹进入蔗行：检查新增损伤

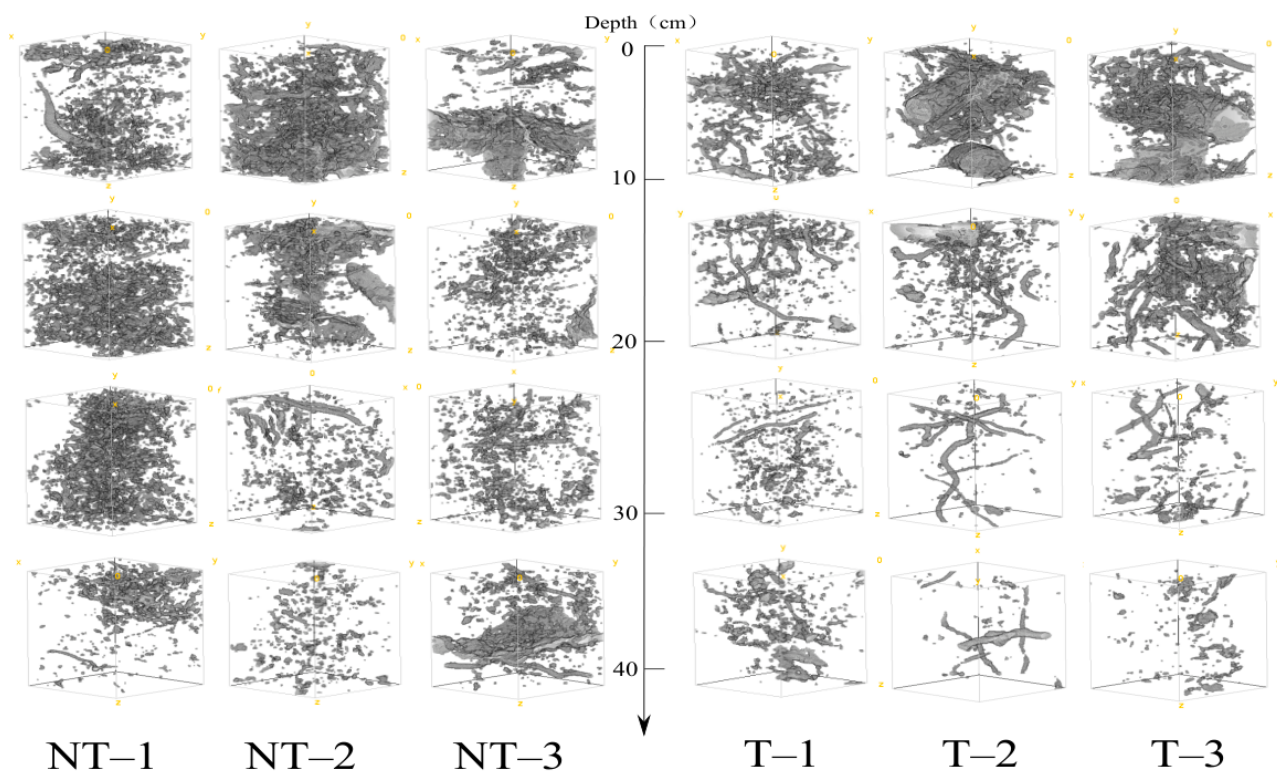
轮迹固定在行间：保护种植带



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

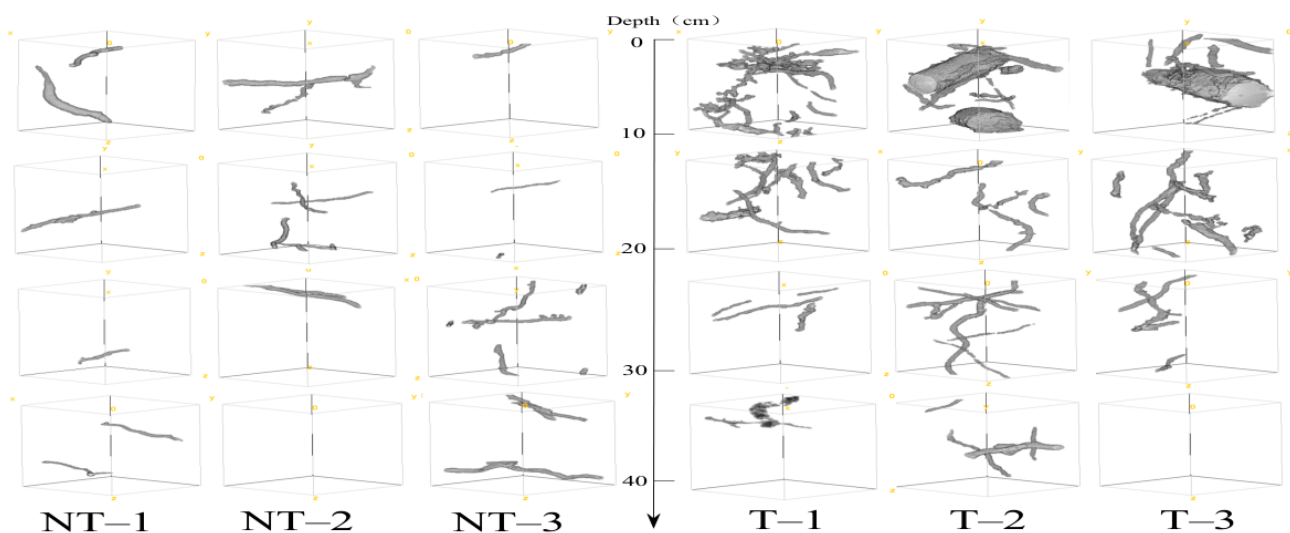
N14 · 图23-A 随机碾压与固定通道的剖面比较。原创机制示意，不按比例；箭头表示可能的水、气、根通路，不表示实测流速或压实范围。（节位校正版）· 示意土壤受力位置，不模拟真实应力场或固定增产率。精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

23.2 看真实土壤CT：同样容重也可能有不同网络



CA_int_ct_total · 图23-B 广西甘蔗田0—40厘米总孔隙CT三维重建，原论文图7。[I14] 左NT为免耕，右T为粉垄，1—3为独立土柱；从PDF原图区域渲染，保留深度与处理标识。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属



CA_int_ct_bio · 图23-C 同一研究分离出的生物孔隙，原论文图9。[I14] 孔道由图像形态分类识别，并非逐个证明由某一种动物或根系形成。

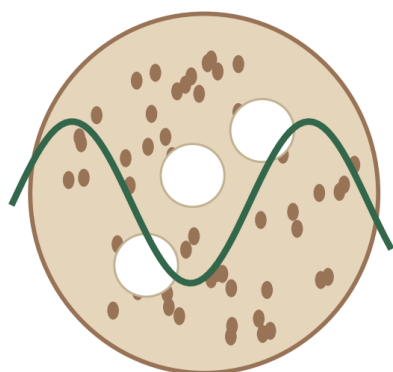
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

读图时看连续性、方向、分叉和不同土层连接，不只看黑色多少。这一例子中T孔道更纵向且较连通，因此不能用它证明“免耕永远比扰土好”。原研究体素约 $0.47 \times 0.47 \times 0.625$ 毫米，图像面向大孔隙，不能显示细菌、根毛或所有微小储水孔。所谓“微观结构”包含不同尺度，CT图不是微生物显微照片。

23.3 团聚体：有机物、矿物和生物共同组织土粒

团聚体是土粒通过有机胶结、矿物结合、根系和菌丝作用形成的结构单元。残体分解产生的有机物与生物活动可参与结合；反复耕作、雨滴冲击和快速湿润也可能使其破裂。团聚体稳定性应以标准化湿筛或其他明确方法测定，不能凭干土块大小判断。[I10]

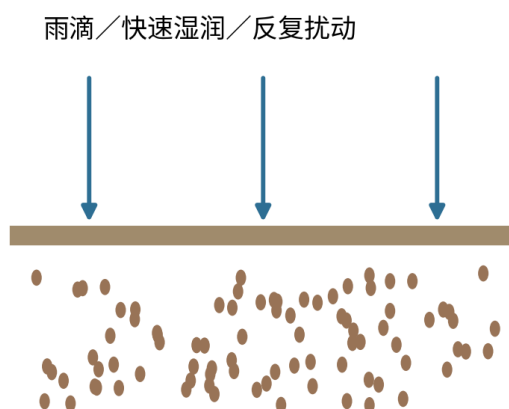
结构维持：颗粒结合成团



有机结合物+矿物+根与菌丝

保留孔隙；用湿筛检验稳定性

结构破裂：分散与表面封闭



颗粒分散后可能堵塞表面孔隙

示意可能路径，不表示必然发生

CA_int_aggregate · 图23-D 团聚体形成与破裂的结构示意。原创概念图：外部残体、菌丝和根系参与结构维持；圈内孔隙示意尺度不同，不是扫描电镜照片。

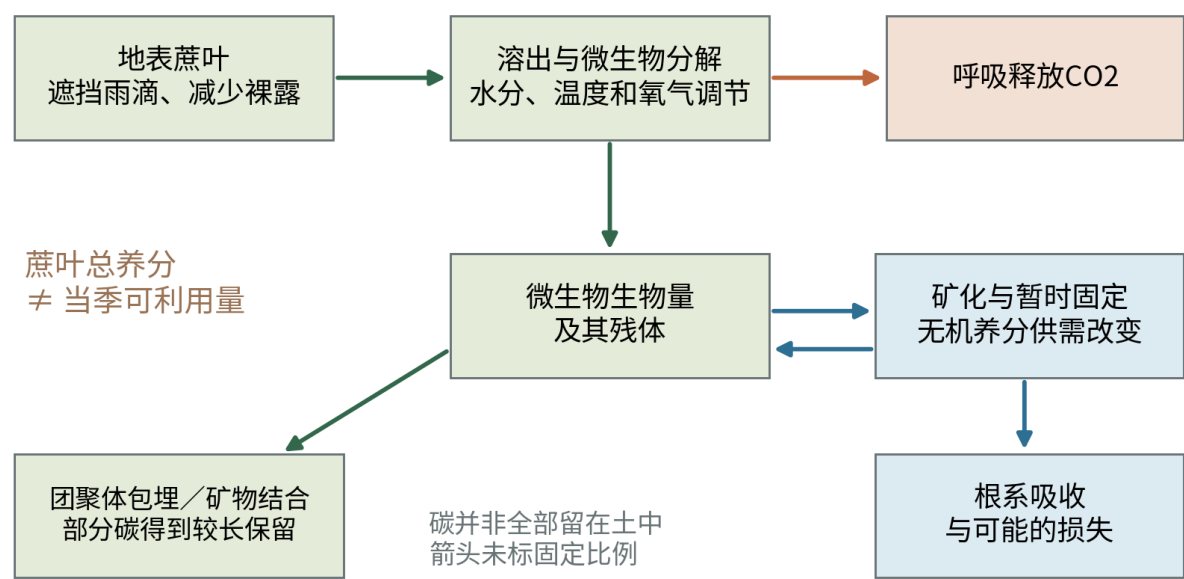
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

有机碳浓度提高，与每公顷土壤碳库增加不是同一件事。碳库估算要考虑采样深度、容重和粗颗粒；耕作改变容重时，宜采用等质量土壤比较。土壤碳增加也不等于农场净负排放，还需核算燃油、投入品和其他温室气体。[I03]

23.4 残体如何进入微生物与养分循环

蔗叶先提供地表覆盖，随后经过破碎、溶出及微生物分解。碳的一部分进入微生物及其残体，一部分成为较稳定的土壤有机物，另一部分以二氧化碳返回大气。高碳氮比材料分解时，微生物可能暂时竞争无机氮；以后再矿化释放，因此不应把蔗叶总氮全部计作当季可利用肥料。[7][12]

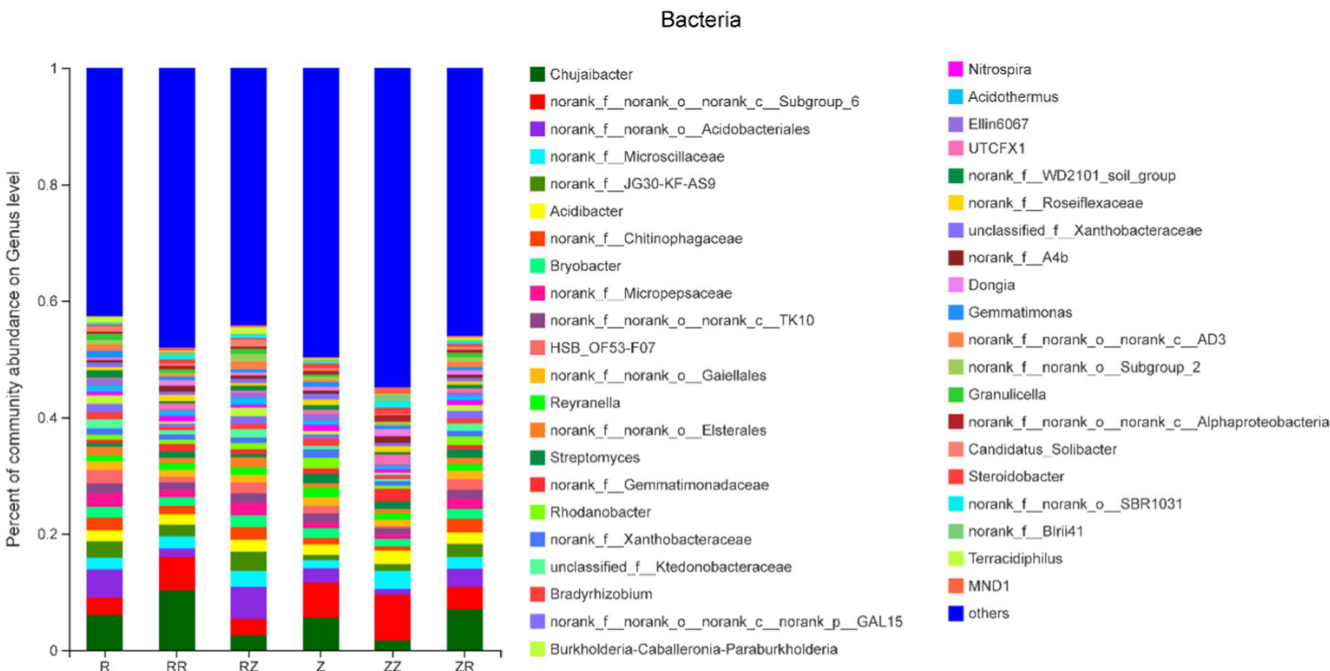
覆盖先起物理作用，再参与生物与养分过程



CA_int_carbon_flow · 图23-E 从蔗叶到微生物、矿物结合有机质及作物吸收的过程图。原创机制示意；箭头表示过程方向，不代表通量大小、固定比例或完全闭合的养分预算。
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

表层覆盖通常改变温度波动和水分条件，进而筛选不同微生物群体。水分过多并长期缺氧时，过程可能转向与良好通气时不同的分解和氮转化路径。不能把“残体分解越快”作为唯一目标：过快损失地表保护，过慢又可能影响萌芽和管理，应结合气候和农事时点判断。

23.5 细菌和真菌的变化怎样读



CA_china_microbes · 图23-F 广西设施试验的细菌属水平相对组成，原论文图2。[I13] R为ROC22不覆盖，RR为ROC22加自身秸秆，RZ为ROC22加中蔗9秸秆；Z为中蔗9不覆盖，ZZ为中蔗9加自身秸秆，ZR为中蔗9加ROC22秸秆。各柱总和为1。
继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

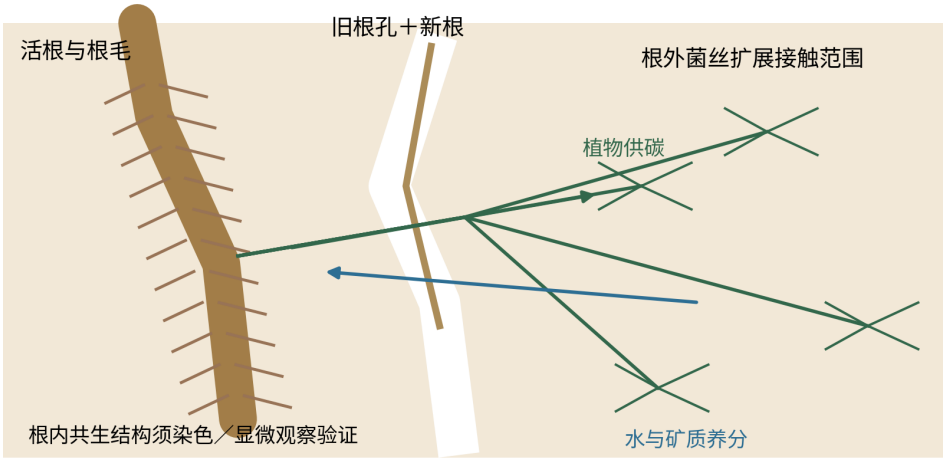
这是测序群落图，不是细菌的显微照片。某颜色比例升高可能来自该类群增加，也可能来自其他类群减少；要判断绝对量，需要配合qPCR、内标或其他定量方法。属名也不能简单分成“全是益菌”与“全是病菌”，相同属内的功能可能不同。[I13][I15]

Shannon指数综合反映相对组成的丰富度与均匀度，Chao1偏重估计丰富度；两者都不是“肥力值”。微生物量碳反映活性生物库的一部分，呼吸反映活动及碳释放，酶活性测定则受实验底物、温度和方法影响。不同指标回答不同问题，不能用其中一项替代全部土壤健康。

23.6 根毛、菌根与旧根孔如何配合

根毛扩大根与邻近土壤的接触，菌根真菌的根外菌丝可延伸至根直接接触范围外；共生依赖植物供碳及环境条件。丛枝菌根属于真菌共生，不应称作根瘤，也不能单凭菌根侵染率推断它在固定大气氮。旧根腐解留下的孔道可以被新根利用，前提是孔道未被压断、填塞或长期缺氧。[I26][I04]

根、根毛、菌丝和旧根孔：尺度不同，作用相连



CA_int_root_network · 图23-G 根毛、根外菌丝与旧根孔的概念剖面。原创意；不同尺度为教学放大，未按比例；绿色箭头为植物供碳，蓝色为水与矿质养分的示意运输。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

巴西首次收获研究中，根系菌根侵染率已经改变，土中孢子群落多样性却未显著改变（T14）。这正说明需要把“活跃根际过程”与“土壤繁殖体库”分开观测。保留残体并不等于必须购买菌剂；菌剂是否有效需要产品质量、定殖、土壤养分和田间对照证据。

23.7 变化的时间尺度与可能的不利路径

尺度	可能较快出现的变化	需要更长跟踪或额外验证的变化
一次作业后至数周	覆盖率、轮迹、表层水温、残体分布	不能据此宣布有机碳库或土壤生态已恢复
数周至一个生长季	出苗、根量、部分微生物和酶活指标	与糖产量的因果关系、病虫害风险
数个宿根季	缺株累积、产量稳定性、结构与根系分布	是否延长经济宿根寿命及年均利润
多年或更久	碳库、稳定性及长期群落差异	等土质量核算、气候年份变化和更新代价

这些是监测安排的经验尺度，不是保证每项指标到期就改变。厚湿覆盖可能延迟冷凉季萌芽，残体可能改变害虫栖息环境，错误施肥位置可能增加养分损失，固定通道若设计不当可能汇集径流。应同时记录好处与代价，不把所有问题都归咎于“微生物还没培养起来”。

CA24 怎样在本地验证这些技术

第二部 保护性耕作 · 保护性耕作V3.0全文

24.1 把“整套技术是否有用”与“哪一项起作用”分开

如果问题是评价完整系统，可设置当地常规系统与改进系统对照，核算全过程成本、产量和土壤变化。如果问题是判断覆盖与少耕分别起什么作用，宜用2×2因子设计：常规耕作无覆盖、常规耕作有覆盖、少耕无覆盖、少耕有覆盖。品种、有效芽量、施肥、灌溉和收获时间尽量一致；处理改变项必须全部记清。

本手册建议先用至少4个区组开展可操作的小规模试验，具体重复数通过预期效应与地块变异评估；不是所有课题的法定最小数。小区宽度须容纳完整机具工作幅及边界缓冲，不能让邻区轮迹穿过测产区。若机械或水利条件限制随机化，应使用合理的裂区或条区设计，并在分析中使用对应误差项。

4个区组 × 每区组4个独立处理小区

区组1	常规耕作 无覆盖	少耕 无覆盖	少耕 有覆盖	常规耕作 有覆盖
区组2	少耕 有覆盖	常规耕作 有覆盖	常规耕作 无覆盖	少耕 无覆盖
区组3	少耕 无覆盖	常规耕作 无覆盖	常规耕作 有覆盖	少耕 有覆盖
区组4	常规耕作 有覆盖	少耕 有覆盖	少耕 无覆盖	常规耕作 无覆盖

每个小区内的多土钻点、根段或显微视野属于子样；不能冒充独立小区重复。

CA_int_trial_layout · 图24-A 2×2因子试验的4区组随机布置示例。原创试验设计示意，顺序仅是一次随机实现；每格为独立小区，格内多点采样不增加处理重复数。

继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

24.2 开始前测一次，之后在相同位置规则下跟踪

层面	建议记录	能回答的问题
地表与交通	覆盖率、干残体量、坡度、轮迹、含水率	是否真正实施了所称的管理措施
物理结构	容重、贯入阻力及同步含水、入渗、团聚体稳定性	根区通气、入水及结构是否改变
化学与养分	有机碳、pH、速效养分、施入及移出量	是否存在养分限制和库变化
根系与生物	根长密度、根干重、菌根侵染、微生物量碳	作物根区及生物过程怎样响应
群落与功能	16S/ITS、qPCR、酶活或目标功能基因	群落组成、绝对丰度代理和功能潜力
生产与经济	净测产面积、蔗重、质量、成本、缺株和宿根年限	是否获得可持续的农场收益

种植带、行侧和轮道分开取样，避免将三者混成一个均值；深度按方案固定，例如0—10、10—20、20—40厘米。该分层是试验设计建议，实际需与耕层和限制层对应。化学样品可按方案混合多个子样；容重和CT要用保留结构的原状样。微生物样品使用洁净工具、冷链并按实验室要求及时保存，不能先晒干后再测活性指标。

24.3 用显微图、CT图和测序图形成可追溯证据

显微照片应保留原始文件、样品编号、制样和染色方法、倍率或标尺、拍摄仪器及视野选取规则。展示代表视野的同时，应报告多个视野与独立小区的统计。只选最漂亮的菌丝照片，不能证明平均侵染率提高。

CT报告须说明体素尺寸、取样深度、分析区域、阈值分割和孔隙分类方法；不同阈值会改变孔隙量。扫描范围低于所关注结构的分辨率时，不应给出其数量。图23-B与23-C只能回答该尺度大孔道问题。

测序结果须说明引物、测序与质控方法、样本量、阴性对照和统计方法。相对丰度图、差异类群和功能预测应区分；预测基因通路不等于实际代谢通量。要证明养分转化，需要搭配过程测量；要证明增产，需要实际测产。

24.4 保留对照、重复和不确定性

按独立小区计算产量，不把10个植株当作10块独立重复。土钻点、根段、显微视野和技术重复是子样，应在分析中正确嵌套。若同一小区连续多年采样，应考虑重复测量，而不是把各年当作全新独立样本。

报告每组均值、样本量、标准差或标准误的明确定义、效应差及置信区间；必要时报告交互项。出现“平均高5%但不显著”，应写为该试验未提供明确差异证据，不能改写成已经证实增产5%，也不能反过来证明二者完全等效。

24.5 用全过程经济账决定扩大还是调整

本手册建议至少跟踪新植加两个宿根季；对延长宿根寿命的主张，应跟踪到拟宣称的宿根年限。记录耕作、种苗、覆盖整理、施肥灌溉、病虫管理、收获转运、维修折旧和更新费用。把节约的一次耕作与新增的清叶、除草、堵机损失同时计入。

扩大应用的依据应是：技术实施稳定；产量与质量达到预设的经济目标；种植带结构或水土保持未出现明显恶化；跨季收益足以覆盖设备及学习成本。若目标是“维持产量并节本”，需要在试验前定义可以接受的产量差额及统计判据，不能事后因未检出显著差异便宣布等效。

24.6 现场报告模板

地块与年份：_____；土壤与坡度：_____；品种与宿根代次：_____；试验问题：_____。

处理与对照：_____；区组及独立小区数：_____；净测产面积：_____；肥水及机收条件：_____。

实施核验：覆盖干物质量_____；覆盖率_____；耕作带宽 / 深度_____；轮距与轮迹_____；机具配置_____。

结果：蔗产量_____；质量指标_____；缺株率_____；成本与收益_____；土壤 / 根系 / 微生物指标_____；统计与误差定义_____。

异常与限制：倒伏、积水、旱情、鼠虫害、堵机、伤蔸或失去样品_____。原始图片及数据编号：_____。

结论适用范围：_____。下一季调整：_____。

RT01 蔗蔸 地下芽与根系结构

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

一 宿根再生从保留下来的茎基部开始

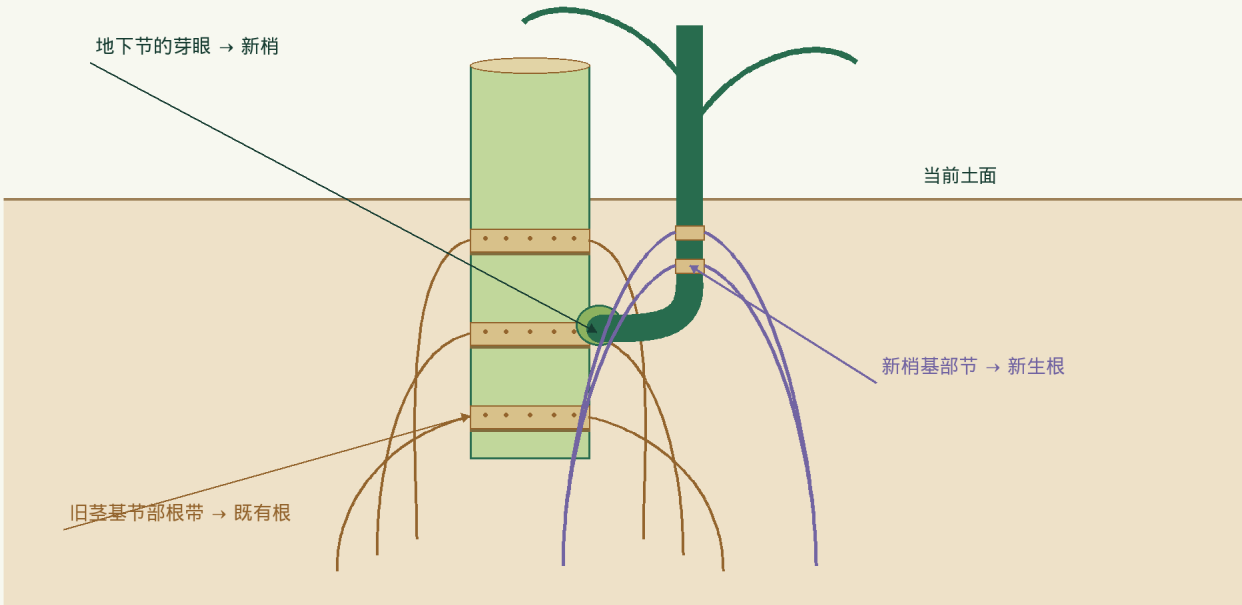
生产上常把地下茎基部、附着的芽以及相连根系统称为蔗蔸。为了调查清楚，本书把三者分别记录：茎基部是承载节位和储藏组织的结构，芽是新梢的发生部位，根系承担吸水、吸收矿质养分和固定植株等功能。“宿根”是栽培方式的名称，不能据此把新梢理解成由普通根段直接长出。[1, 2, 9]

蔗蔸的外形不是固定的。原始栽植位置、培土、土壤冲刷或沉降、前几茬的发芽部位和切割方式，都可能改变地下节位相对现有地面的分布。调查芽深时，应以当次真实土面为参照，并另外保留原始种植和培土记录；只写“地下5厘米”而没有参照面，容易造成技术执行偏差。

GAKI·节位校正与全书配图·N06

宿根再生：从地下茎节的芽眼开始

留下的是茎基部、活芽和部分既有根；新梢自己的基部节还会发生新根。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N06·图1-1（节位校正版 N06）所有根从所属茎节的根带发出；普通根不直接萌发甘蔗新梢。依据B01、B02及宿根原文[1,2,9]。精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

图1-1强调需要同时保全的结构。某个地下芽未被割刀直接切到，并不能说明蔗蔸没有受损：茎基部可能被撕裂、拔松，输导连接可能受到影响，根区也可能遭到碾压。反过来，地上残桩整齐也不代表地下根芽健康。作业质量应通过挖蔸和后续出苗共同检查。

田间比较应先确定“同一个调查单位”。一蔸可能有多个上一茬收获茎基，且每个茎基上有不同节位的芽。按蔸计数、按茎基数、按米行长计数是三种不同口径，应在记录表中写明，不能在计算时临时混用。

二 芽位与芽的状态要同时记录

看到一个芽眼，只能证明这个位置存在可辨认结构。要判断其后续生产价值，还要检查芽体是否完整、是否已经伸长、是否遭受虫咬或腐烂，以及与周围组织的连接是否保持。对尚未萌动的芽，外观检查往往只能作初筛；必要时用培养观察或经验证的活性检测补充判断。

本书建议以形态状态记录芽，避免把所有未出土芽都记为“未发芽”。下表是调查用的操作分类，正式试验应先统一照片示例和判定人员。培养温度和时间须另行注明，不能用过短培养期把缓慢萌动的芽判死。

表1-1 地下芽的田间操作分类 本书建议

状态	记录依据	后续核查
完整且未见萌动	芽体可辨认，未明显伸长；未见明显腐烂或缺损	记为待判活性，不能仅凭外观确认休眠或死亡
萌动或膨大	芽鳞或芽体出现明确形态变化	记录芽位、照片与判定标准
已伸长且未出土	已形成可量测新梢，仍在土中	量长度、覆土和方向，检查机械损伤
明显受伤或腐烂	破碎、缺损、软腐、蛀食等	记录损伤类型，必要时鉴定病原或虫体
结构不清或疑似失活	芽体辨认困难或外观异常	单列疑似项，培养或检测后再分类

上述分类中的“疑似失活”不能随意并入死芽，也不能从分母中删除。若处理组比对照组更容易挖出完整芽，单纯以可见芽为分母就可能抬高处理组的萌动比例。因此，应同步报告调查莖数、可辨认总芽数、受伤芽数和无法判定芽数。

芽位与根系存在联系，但“芽越深越好”不是可直接采用的结论。某些芽位可能有较好再生能力，却需要更长的出土路径；某些切割方式可能去除上位芽，同时损伤更深的组织。评价切割位置时，要同时保留芽的数量、活性、根系恢复和后续群体四项信息。

样品照片应至少包含完整蔗莖、带标尺的侧面和需要说明的局部。拍摄前记录原有土面，在清土过程中保护芽体。病莖和正常莖最好在同一天、同一地块取样；来源不同的两张图片，可以用于识别，不能构成处理效果的直接对照。

三 既有根系与新根的衔接

甘蔗新植种段可先从原有节部根原基形成种段根，随后新梢基部形成与新梢相连的根系。[1] 宿根田已经保留了上一茬形成的茎基和根网，其再生不能简单套用新植种段的全部时间表。尤其不能假定收割时旧根全部死亡，或用“有旧根”推断其吸收能力完全不变。

田间判断应围绕功能展开：有无新根发生，根尖是否持续生长，根与土是否保持接触，根区是否有水且通气，以及植株能否维持后续生长。把根挖出来拍照只能获得部分信息。土壤含水量、洗根损失、取样土层和取样位置不同，都会改变肉眼看到的根量。

澳大利亚研究先比较20个品种的根系性状，又在温室中对5个品种进行人工限制分蘖处理。减少分蘖并未使根质量占全株质量的比例明显增加，植株会调整每个分蘖的节根数量和单位根质量对应的根长。[9] 这提醒我们，苗数与根量之间不是固定的一对一关系。该结果也不能直接当成田间疏苗增产建议。

表1-2 常用根系指标及其解释范围

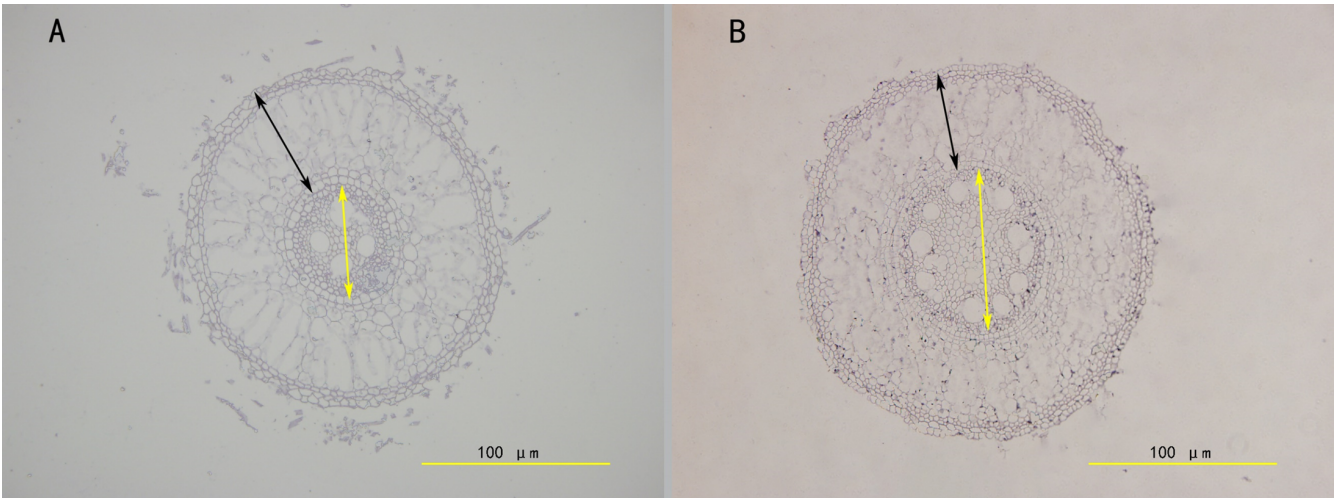
指标	回答的问题	解释限制
根鲜重或干重	取样范围内有多少根组织	鲜重受水分影响；均不能独立表示活性
总根长和根长密度	单位样品或土体内的根延伸程度	必须注明土层、体积与直径识别阈值
根表面积与根体积	根组织的几何量如何变化	不是直接测得的吸水量或吸肥量
根尖数和新根数	分枝与新生根的数量变化	洗根断裂和扫描算法会影响计数
根的生理或水力指标	呼吸、活性或水分输导表现	方法、温度和样品处理必须一致

挖根比较应采用相同的取土尺寸和深度。若只挖到30厘米，结果应称为“0—30厘米取样层根系”，不能写成整株全部根系。记录根重时，需区分每蔸、每根有效茎、每平方米地面或每立方厘米土体；不同归一化方式可以给出不同排序。

现场先保留原位信息，再清洗根系。土壤块、压实层、地下水、轮迹与根的相对位置，常比一张洗得很干净的根系照片更能说明限制因素。

四 真实显微图能够说明什么

根横切面可以把肉眼难以区分的组织显示出来。表层、皮层和维管柱的比例，提供了结构差异的线索；是否提高吸水能力、是否耐涝以及是否增产，还需要对应的功能测量和田间结果。组织面积较大或图像看起来更完整，都不应直接转写为“更高产”。



RT_02 · 图1-2 ZZ2与ZZ9种段根横切面。A为ZZ2，B为ZZ9；原图黑色双向箭头示皮层厚度，黄色双向箭头示维管柱直径，比例尺均为100 μm。转载Zheng等（2025）图4，CC BY 4.0；仅作格式转换和等比例排版，保留原标注。[4]
真实显微图；来源：Zheng等2025图4；CC BY 4.0；宿根文献[4]

这组真实切片来自室内种段试验。研究在培养第12天取根，取样位置距根尖3厘米，并进行石蜡切片观察。[4] 因此，它可以用于认识甘蔗根的组织构造和品种差异，却不能作为“微喷磷钾改善了田间宿根根系”的图片证据。图注必须同时写出材料、处理、时间和取样部位。

读图先看比例尺，再看取样位置。距根尖不同距离的组织处于不同发育阶段；同一处理若只挑选最好看的切片，也会产生偏差。比较处理时，应预先规定取样部位，保留独立植株重复，并对组织尺寸进行统计，而不只展示一对代表图片。

显微图中的空隙可能来自组织本身，也可能受固定、脱水或切片过程影响。病原定位还需要特异染色或分子检测等配套证据。组织损伤、病原存在、功能变化和田间损失是不同层次的问题，证据应逐层对应。

本书对图1-2只作形态说明，不从转载图中重新估算未报告的绝对尺寸。原论文方法和结果对样本数量的表述存在需进一步核实之处，故不据此重建精确统计检验。后续若安排新的田间切片试验，应保存取样清单、原始图和量测记录。

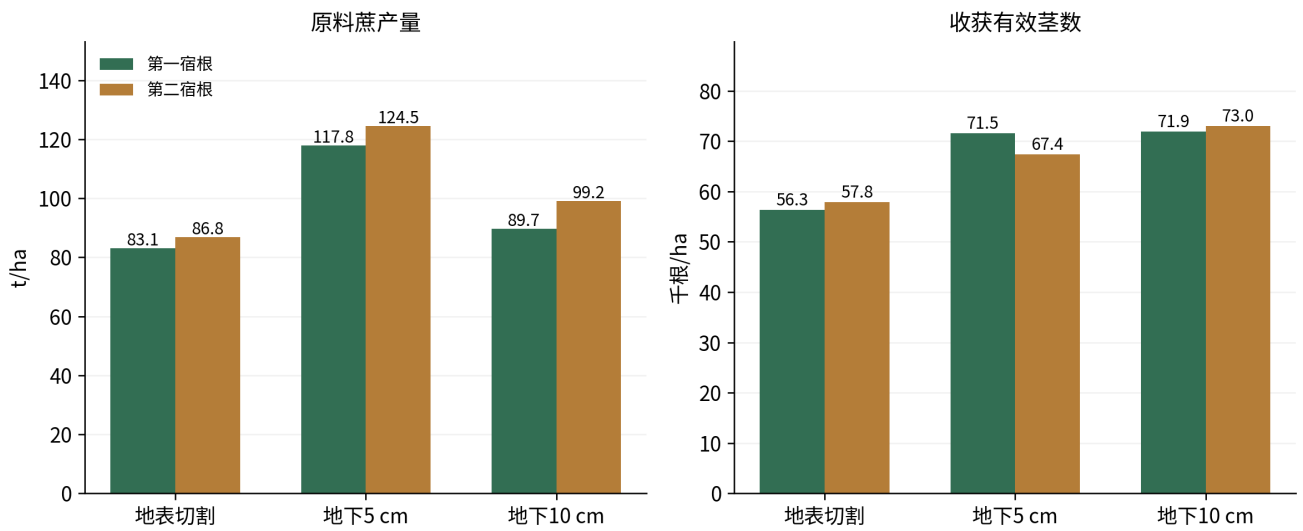
五 切割深度试验中的根芽与产量关系

云南开远试验采用YZ081609，在雨养砂壤土条件下比较地表、地下5厘米和地下10厘米三种人工切割；每处理3个重复，小区30平方米。[2] 下表保留原文均值和显著性字母，以说明“有效茎更多”和“产量更高”需要分别检查。

表1-3 切割深度与两茬宿根的产量构成 摘自文献[2]表1

茬次	切割位置	蔗产量 t/ha	有效茎 千根/ha	茎粗 cm
第一宿根	地表	83.07 b	56.32 b	2.70 a
第一宿根	地下5 cm	117.85 a	71.55 a	2.91 a
第一宿根	地下10 cm	89.68 b	71.92 a	2.65 a
第二宿根	地表	86.79 b	57.83 b	2.51 b
第二宿根	地下5 cm	124.50 a	67.37 ab	2.91 a
第二宿根	地下10 cm	99.15 b	73.02 a	2.88 a

字母仅在同一茬次、同一指标内比较；有共同字母者差异未达到原文Tukey检验 $P<0.05$ 标准。本表列均值，不转写原文表1中未单独说明类型的“±”值，不自行补造标准误或置信区间。



RT_03 · 图1-3 依据文献[2]表1均值重绘。两图纵轴不同，均从0起；未添加误差线。地下10厘米处理的茎数优势没有转化为最高蔗产量。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

该研究说明了收获位置、根系和群体之间值得联合考察的关系。它采用清土后精确人工切割，其结果不能直接变成所有机械割台都必须入土5厘米的操作规定。本文不据单个地点给出统一切割深度。

原论文2021年更正补充了图例，并将一处根体积单位改为 cm^3/m^2 。[3] 本书已核对该更正；本表不涉及被更正的根体积数据。

六 从结构检查转向田间诊断

当一段蔗行没有出苗时，第一步应判断地下是否还有完整蔗蔸和可辨认芽。如果蔗蔸被拔走，补水或追肥不能恢复已经缺失的器官；如果芽存在但处于未萌动状态，则应继续检查温湿条件和活性。如果芽已伸长而未出土，问题可能在于出土路径或后续损伤，诊断方向又不同。

建议同时查看正常段、异常段及两者交界。只取最严重的死蔸会夸大整块田的损失，只取看起来完整的蔗蔸又会低估问题。剖蔸调查是破坏性操作，取过样的位置应作标记，不能继续作为不受干扰的测产样段。

表1-4 根据蔗蔸与根芽状态确定下一步检查 本书诊断框架

观察	优先补查	尚不能直接得出的结论
蔗蔸缺失或明显松动	收割与运输轨迹、拔蔸和压行记录	不能直接归因为干旱或缺肥
芽完整但未萌动	土温、水分、培养活性和取样时间	不能仅凭外观认定芽已死
新梢在土中受阻	覆土、结皮、残叶、弯曲及受伤部位	不能用地表苗数代表萌动芽数
已出苗但长势衰弱	新根、根区水气、虫害和必要的病原检测	不能只按叶色决定施肥

病害检查尤其需要避免把“矮、小、黄”直接等同于某一种病。宿根矮化病可能缺乏可靠的外部特征，诊断应结合适当检测。[11] 本章所列状态只是入口，病害确诊和防治将在第四篇逐种展开。

一次调查完成后，应留下可复核记录：地块和样点、品种及茬次、收割日期、调查日期、土面位置、蔗蔸照片、芽分类、根系与轮迹、近期水肥和天气。这样，下一次出苗调查才能回答损伤是否继续扩大、存活芽是否转成正常苗，而不只是又拍一组照片。

本章的生产含义是先确认再生基础，再选择促进措施。健康蔗蔸、可用芽和能够恢复功能的根系，共同决定后续管理能发挥多大作用。具体灌排、病虫害防治和机械调整，应针对已经识别的限制环节实施。

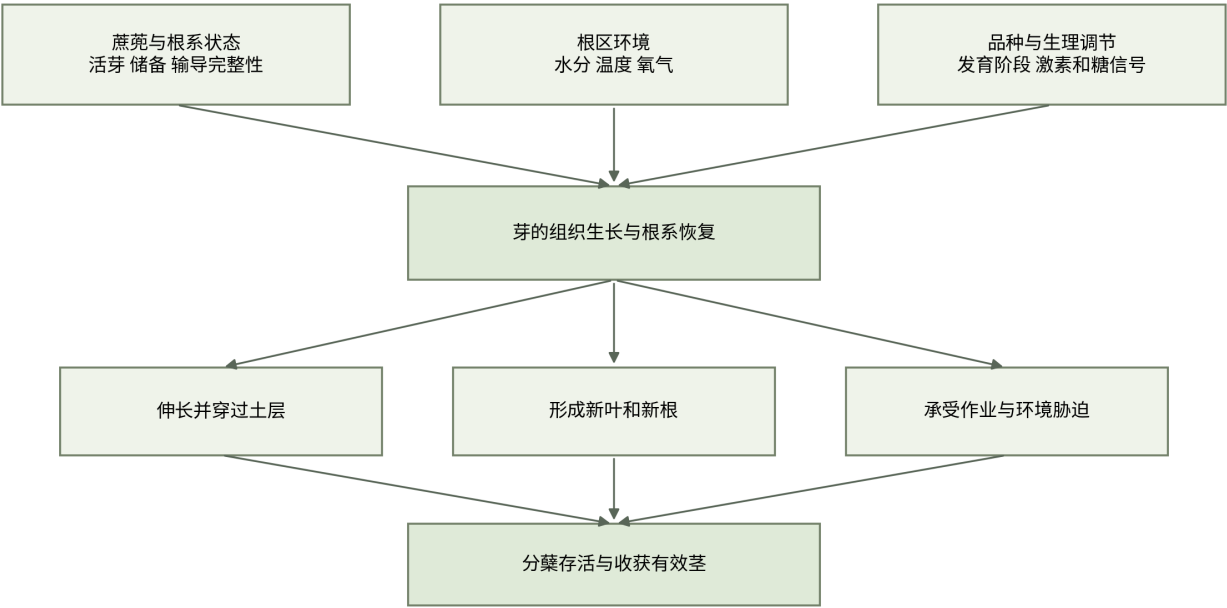
RT02 从芽萌动到有效茎的连续过程

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

一 芽启动之后还要完成多个环节

宿根建群既包括地下器官的恢复，也包括新生苗逐步建立独立生长能力的过程。芽体萌动、伸长和出土发生在连续时间轴上，但各蔗蔸、各芽位并不同步。对一个处理的评价，既要看到同一日期的群体数量，也要看进入各阶段所需的时间。



RT_04 · 图2-1 从蔗蔸状态到有效茎形成的分析框架。为本书综合示意，各连线表示需要考察的联系，不表示已经量化的因果强度或固定先后天数。

原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

图中根区环境、品种和器官状态相互影响。补水可能解除水分限制，也可能在排水不良处延长缺氧；芽先伸长也不必然意味着新根同步建立。因而“处理后几天看到了芽”只是时间序列中的一个观察点。

记录发育阶段比只写收后天数更有解释力。两个地块都在收后第20天，若一个已出苗、另一个仍在土中萌动，同期施肥或松土的作用对象就不同。本书同时保留日历日期、距收割天数和形态阶段，不以其中任一项目替代另外两项。

二 储藏物质为早期生长提供资源

新梢尚未形成充分的绿色叶面积时，生长需要利用保留组织中的储藏物质。储备的数量、能否动员以及向新生组织的运输，都值得测量。田间蔗茎糖分高，并不能独立证明每个地下芽能够获得同样多的可用资源；需要分清采样部位和测量对象。

印度研究以CoS 97264种段比较黑暗与明暗交替条件，在出梢后的0—21天测量糖和相关酶。节间干物质分别减少约25%和20%，显示母体储藏组织在新梢建立中被动员。[5] 这是种段生理研究，不是对现存田间宿根增加外源糖或肥料的增产试验。

表2-1 种段新梢建立过程中储藏组织的变化

材料与环境	观察期	节间干物质变化	证据用途
CoS 97264 明暗交替	0—21天	下降约20%	说明储藏组织参与新梢建立
CoS 97264 持续黑暗	0—21天	下降约25%	说明光环境改变时仍有储备消耗

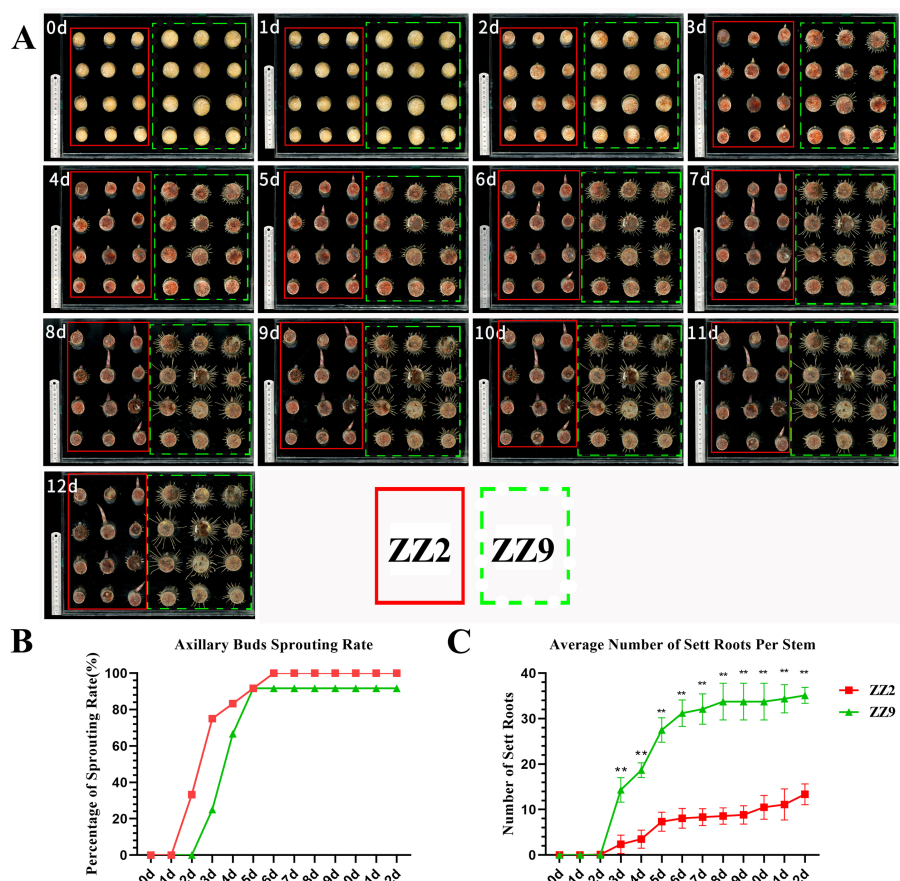
来源：[5]原始研究摘要。未取得完整原始数据，故不补写处理间显著性、误差范围或田间产量。

根与芽的可溶性糖浓度也可能呈不同变化方向。Zheng等的室内研究中，ZZ2芽组织的可溶性糖从第0天9.64 mg/g降至第4天5.33 mg/g，ZZ9对应值从2.70升至16.80 mg/g。[4] 浓度升降同时受到输入、消耗、组织生长和含水量影响，不宜将某一时间点“糖多”直接判断为萌芽能力强。

若要验证微喷磷钾是否改变储藏物质利用，建议在相同芽位、相同时间取得独立样本，同时记录组织鲜重、干重或含水量、糖和淀粉。只测浓度而不测组织量，会把组织失水造成的浓缩与实际物质增加混淆。不同检测方法得到的数值也应分别整理。

矿质营养影响植物代谢，但施入磷钾并不等于已经证明储藏糖更多地运向地下芽。要建立这一解释，至少应看到可重复的组织或代谢变化，并把它与芽、新根以及最终产量对应起来。对于缺乏这些配套测量的试验，书中保留“促芽效果观察”，不预先指定唯一机制。

三 芽与根可能不同步发展



RT_05 · 图2-2 ZZ2与ZZ9种段在0—12天的芽与根发育原图。A为连续照片，B为芽萌发比例，C为种段根数；ZZ2对应红色实线框，ZZ9对应绿色虚线框。转载Zheng等（2025）图1，CC BY 4.0，保留原始图形。[4]
真实照片与原研究数据图；来源：Zheng等2025 图1；CC BY 4.0；宿根文献[4]

原试验为27℃、相对湿度75%的黑暗培养，材料为离体种段。[4] 图像直观显示芽和根的发育进程不同；这些培养天数不应直接用作冷湿、干旱或机械收获田的出苗期限。

四 用成对指标避免只看芽的偏差

在同一项ZZ2和ZZ9试验中，第3天芽萌发比例为75.0%和25.0%，第6天为100%和91.7%；到第12天，平均种段根数分别为13.375和35.125。[4] 芽萌发较早的材料并非在根数上也占优势。这个结果适合用来说明需要同时观察芽和根，尚不能据此判定哪一个品种的田间宿根产量更高。

表2-2 同一培养试验中的芽与根指标 来源[4]

指标	ZZ2	ZZ9	观察层次
第3天芽萌发比例	75.0%	25.0%	离体种段萌发
第6天芽萌发比例	100%	91.7%	离体种段萌发
第12天平均种段根数	13.375	35.125	根发生数量

数值按原文结果段转录。上述指标不是田间出土率；根数的计数对象按原文种段定义。表中未给这些数值另加推算误差线。

田间管理可以据此提出更完整的问题：芽已启动后，是否仍有供水不足？出土苗是否很快形成正常新根？新根是否伸入能够供应水肥的土层？苗数增加后，植株是否出现更强的竞争？这些问题应通过连续调查回答。

建议把出土苗数量和新根状态组成同一张记录表。在独立的取样区挖取代表植株，记新根发生部位、数量、长度和病伤情况；在保留的固定样段记录苗数和存活。两类观察时间对应，测产区则保持不受挖样干扰。

实际出苗还受到土层和表面条件影响。一个已伸长的芽，可能被结皮、厚湿残叶或过深覆土延迟出土。此时只统计地表苗数会低估地下已经发生的生长，单纯增加肥料也未必解除阻力。后续覆盖和机械作业章节将按地区讨论这些条件。

根芽协调没有可以直接套用的统一比值。不同品种、温度、含水量和计数方法，都会改变根数与苗数的关系。先建立本地健康对照，再比较处理造成的变化，比借用其他试验的一项根数阈值更可靠。

五 激素变化提供机制线索

芽萌动受到内部调节，也受到资源 and 环境影响。生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸及其他信号不是各自独立的开关。同一类物质在不同组织、阶段和品种中的作用可能不同，取样范围也会改变检测结果。

Zhao等以GT29和Badila进行温室截茎研究，材料在种植110天的拔节阶段接受处理，于第0、1、3天取茎基组织，每个时间设置3个生物学重复。GT29在截茎后3天内观察到再生芽反应，Badila在该观察窗内未表现同样的再生反应。[6] 研究比较了激素和转录变化，但其幼龄温室材料不同于成熟田间蔗莧。

另一项XTT22离体芽研究将发育分为休眠、萌动、膨大、伸长和第一片新叶五个阶段，取芽体进行测量。[7] 将芽体测值与整段茎基测值直接比较，会混入不同组织比例。即使两项研究对同类激素观察到不同方向，也不应只挑选其中一项作为所有品种的通用解释。

表2-3 两类芽启动研究的材料与推论边界

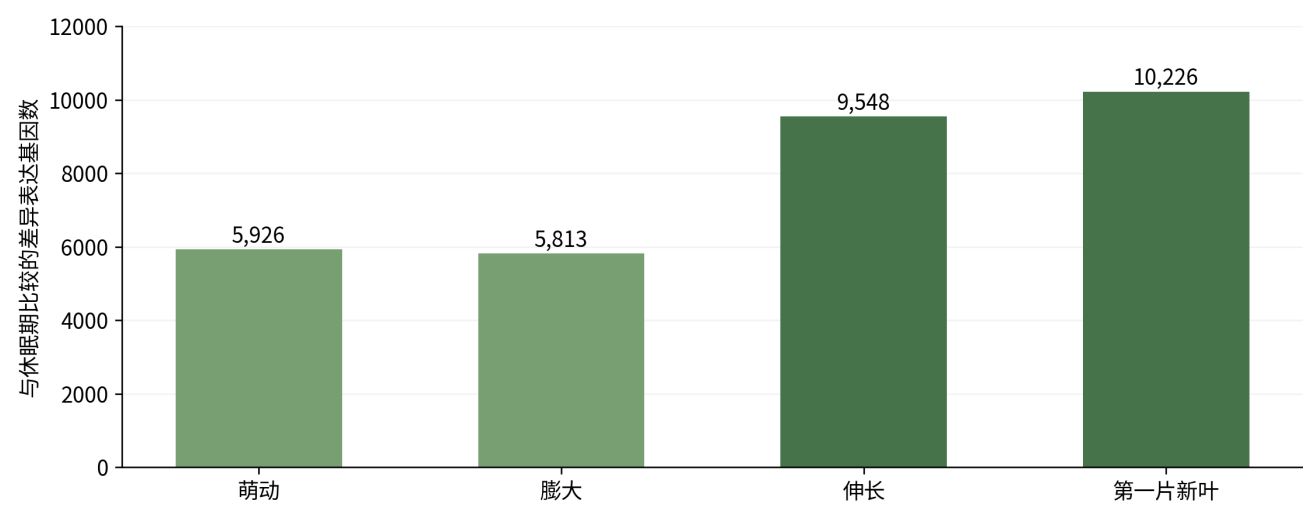
研究	取样与处理	能够支持	不能直接支持
[6] GT29与Badila	110天温室植株截茎；茎基组织；0、1、3天	比较再生反应和关联的生理变化	成熟机收宿根或某种调节剂的田间增产率
[7] XTT22	成熟母株中上部离体种段；28℃黑暗诱导；5个芽发育阶段	比较芽体发育与分子表达变化	所有品种通用的激素浓度阈值或喷施剂量

激素含量与萌芽同时变化，是机制研究的一步。若要证明某条途径决定萌芽，还需要合适的干预、功能验证和重复试验。单纯检测到差异，不能推导出“向田里补这种激素就会高产”；施用剂量、吸收、降解、组织到达量及其他效应都没有由相关性自动解决。

本书在生产对策中会把生长调节措施列为需要具体产品和条件验证的项目。基础灌排、保莧、根区环境和健康种源仍应根据田间诊断处理，不能用某一分子指标替代这些检查。

六 从分子变化到田间结论的距离

转录组可显示哪些基因的表达随发育发生变化。XTT22研究以休眠期为参照，萌动、膨大、伸长和第一片新叶阶段分别检出5926、5813、9548和10226个差异表达基因。[7] 这些数字说明检测到的表达差异范围，不是萌芽能力的分值，也不是“基因越多表达，产量越高”的证据。



RT_06 · 图2-3 XTT22离体芽不同阶段相对休眠期的差异表达基因数。按Li等（2026）结果段重绘；每阶段3个生物学重复，筛选阈值为 $|\log_2\text{倍数变化}| \geq 2$ 且 $\text{FDR} \leq 0.001$ 。[7] 各比较中的基因可能重叠，不应将柱形相加当成独立基因总数。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

对于种植者，更有意义的是研究能否把分子变化与可测的田间过程连接起来。例如，某些变化是否先于芽的伸长出现？是否在多个品种中复现？对该过程进行干预后，根系和幼苗是否同时改善？这种改善能否在不增加严重竞争或倒伏的条件下维持到收获？

因此，本书采用分层解释。组织切片用于显示结构；化学和生理检测说明物质或功能的变化；分子数据帮助提出路径；对照试验检查处理效果；多地点、跨茬测产评估生产适用性。一个层次的结果可以指导下一层的试验，却不能省略后续验证。

图像也遵守同样的原则。根尖、细胞或病原的真实照片可以让现象更清楚，但图片本身没有自动提供样本量、发生频率和处理效应。说明机制时应同时写明观测了多少独立样本、如何选择代表图，以及哪些关键环节还没有测量。

七 早期苗数与最终有效茎

甘蔗群体随时间发生变化：新的分蘖加入，同时部分植株因竞争、病虫、环境或作业损伤退出群体。早期苗多可能有利于较快形成群体，也可能在后期通过死亡或单茎变轻被部分抵消。评价重点应是形成适宜的收获群体及其单茎生长。

澳大利亚Bell等在Bundaberg以及新南威尔士州两个地点研究残叶和水管理。三个地点均未发现3.5个月时的苗数与收获成熟茎数之间有显著相关；Bundaberg还未发现早期苗数与最终产量的相关。[8] 这是一项具体环境下的结果，并非声称早期建群永远不重要；它说明早期苗数不足以独立证明增产。

表2-4 四种容易混淆的评价结果

观察到的变化	应进一步检查
出苗提前	最终苗数是否增加，还是仅改变出现时间
分蘖高峰更高	存活到收获的比例和有效茎数是否增加
有效茎数增加	单茎重量、倒伏和收获损失是否抵消收益
原料蔗增产	糖分、可回收糖和额外投入后的净收益

跟踪应从清楚的对象开始。若在某一天标记了已经出土的新梢，可以追踪这一批新梢的存活率；但之后出现的分蘖应作为新增群体另记。用收获总茎数除以某次早期苗数，可能同时包含新增和死亡，得到的只是数量比，不一定是个体存活率。

同样，收前挖菟观察过的芽若已经被取走，就不能再把下一次不同样点的出苗数视为这批芽的转化结果。证明某一批地下芽贡献了多少有效茎，需要专门的定位和追踪设计；一般生产调查更适合报告单位行长的出苗过程及最终茎数。

管理措施是否值得采用，还取决于稳健性。同一处理在一块缺水田里有效，在水分充足田里效果小，并不矛盾。正式推广应描述有效的条件，以及未显示收益的条件，而不是只保留最高的一次增产数字。

八 收前微喷磷钾方案的研究问题

已有田间观察提出：收前约一个月进行微喷，在水中加入每亩1公斤磷酸二氢钾和2公斤硫酸钾，地下芽可以在收割前萌动。对这一观察，首先应补齐品种、茬次、天气、土壤水分、用水量、施用次数和肥料标签，并确认所说用量是一次用量还是整个阶段的总量。

本书把需要验证的主张依次拆开。第一是处理是否改变萌动时间或萌动芽数；第二是这些芽经收割后是否仍存活；第三是早期优势是否保持为更多有效茎；第四是当季及下一茬综合收益是否提高。四项可以有不同答案，不能由第一项直接推定第四项。

表2-5 收前促芽观察的证据要求 本书提出的验证框架

问题	必要比较与记录
主要是补水作用吗	配方组与等水量清水组匹配日期、次数和覆盖范围
磷钾材料增加了什么	清水、单独材料和组合；解释时保留总钾及硫等差异
地下芽是否躲过收割损伤	记录芽位置与伸长程度；收割后检查破菟、压行和受伤
是否形成更多有效茎	连续调查出苗、分蘖和收获茎数，保持固定面积口径
是否真正增加收益	当季与下一茬净蔗量、糖分、水肥和作业成本

“还未出土”是位置描述，不是免受伤害的证明。割刀入土、车辆压行、拔菟和收后中耕，都可能接触地下组织。若灌水使收获时土壤过湿，还应检查机械通行和压实问题。是否存在这些影响，应由实际土壤和作业数据判断。

肥料效应的归因需要额外设计。组合中磷酸二氢钾同时提供磷和钾，硫酸钾同时提供钾和硫；组合与单一材料比较时，总养分和盐浓度往往一起变化。生产试验可以先检验配方是否有收益，机制试验再设置等钾或更完整的平衡营养处理。

本篇不为该方案预填增产率，也不指定未经本地验证的灌水浓度。后续水肥篇与试验篇将依据实际标签、水量和田间条件展开。当前可立即开始的是建立收前基线、设置清水对照并保留完整的跨茬记录。

RT03 出芽率与产量如何测量

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 先写清分子 分母和时间

“出芽率提高10%”至少存在三种可能含义：萌动芽占调查芽的比例增加了10个百分点；地表苗数相对对照增加10%；或者比对照提前达到某个出苗水平。三者不能互换。每个指标必须同时说明对象、分母、日期和判定方法。

表3-1 本书建议使用的基本指标

指标	计算或记录口径	主要注意事项
萌动芽比例	同批剖苕样品中萌动芽数÷可辨认总芽数×100%	记录死伤和无法判断芽；这是样品状态比例
单位行长出苗数	固定样段中已出土新梢数÷有效行长	注明是否包含新增分蘖，不能称为地下芽萌发率
蔗苕出苗比例	已形成新苗的原定位蔗苕数÷可追踪原蔗苕数×100%	蔗苕边界难以辨认时改用固定行段指标
标记苗存活率	仍存活的原标记新梢数÷最初标记数×100%	后来新增分蘖另记；只适用于同一批追踪对象
缺株段比例	按预设阈值识别的缺株段总长度÷调查总行长×100%	先规定连续无苗段阈值，再开始调查
收获有效茎密度	符合预定收获口径的茎数÷净测产面积	注明是否排除严重病茎、细弱茎及残茎
净蔗产量	净蔗重量÷净测产面积	统一梢叶、泥土、断段和漏收口径

一般宿根田很难无损查清全部地下芽，因此不能简单以地表苗数除以估计芽数，得到一个看似精确的“田间出芽率”。生产比较可以优先使用单位行长出苗数、出苗苕比例、缺株段比例和最终有效茎密度。地下芽抽样结果作为独立的解释资料。

同一天挖取不同蔗苕得到的萌动芽比例，是横断面的样品状态；持续追踪同一批苗得到的存活率，是队列结果。二者回答的问题不同。若想估计早期地下芽到收获茎的转化，需要设计能够维持对象身份的专门试验。

二 布点与固定样段

试验开始前应画出地块、蔗行、灌溉分区、坡位和运输路线。将明显不同的环境放入区组或分别试验，可以减少把土壤差异误认为处理差异的风险。区组内处理位置随机安排；共用一条不可分开的灌水管路时，实际处理单位通常是整个灌溉分区，而不是其中每一株甘蔗。

固定样段应覆盖具有代表性的田内位置，并排除预先规定的边行、地头 and 取样破坏区。实际生产的地头若是研究对象，则应单独设层调查，不能先排除地头再宣称代表全田机械损失。每个样段有唯一编号，量清行长、行距及对应净面积。

表3-2 三类调查区的用途

区域	可进行的操作	不宜混用的结果
固定非破坏样段	出苗计数、标记苗追踪、缺株记录、最终测产	不能反复挖苕后仍视作正常测产区
独立破坏性取样区	剖芽、挖根、组织和化学检测	不同日期取样植株不视为同一个体

区域	可进行操作	不宜混用的结果
作业影响调查区	轮迹、破蔸、切口和拔蔸配对记录	不能用少量无轮迹样点代表全田

调查频率应与实际生长速度匹配。本书建议试验至少包含收前基线、收割后损伤检查、连续出苗期、分蘖期和成熟收获。萌动较快时可以缩短早期间隔，冷凉季节则延长跟踪。固定写成“第7天必须出苗”会混淆环境差异。

重复次数应依据地块变异、可接受的最小差异及处理规模确定。3—4个区组可以作为小规模探索试验的讨论起点，但不是保证统计效力的标准。若一块处理区里调查了20株，这20株仍可能只是一个处理重复下的子样本。增加子样本不能替代增加独立重复。

照片记录尽量固定方向、距离、光线和标尺。全田俯视图帮助理解空间分布，近景说明具体症状，地下剖面显示结构；三者相互补充。图像用于计数时，需用人工核验样本评估漏检和重复计数，尤其要注意残叶遮挡和苗簇重叠。

三 从有效茎数计算到实测产量

在同一净收获范围和同一净蔗口径下，产量由收获茎数与平均单茎重量共同决定。设有效茎密度为N根/亩，平均净单茎重量为m公斤/根，则估算净蔗产量为N×m公斤/亩。这个关系用于检查数据是否自洽，正式测产仍优先称量完整净测产区。

若随机抽取的单茎样本只包含直立、粗壮、易取的茎，平均单茎重会偏高。病弱茎、倒伏茎和断段是否计入，应与实际收获与称量范围保持一致。采用逐小区全收称重，通常更容易避免把茎数样本和重量样本不匹配的问题带入结果。

表3-3 常用面积与产量换算

原始量	换算关系	用途
1公顷	15亩；10 000平方米	全书统一面积换算
1吨/公顷	约66.667公斤/亩	国际蔗产量转换
1千根/公顷	约66.667根/亩	国际有效茎数转换
小区净重W公斤 面积A平方米	$W \div A \times 10 =$ 吨/公顷	称重测产
净蔗产量×可回收糖率	得到同面积口径的可回收糖量	必须把百分数换成小数

糖产量需要先辨认“糖分”的具体定义。田间锤度、蔗糖分、汁液指标和糖厂采用的可回收糖率并不相同。不能将任意一个百分数乘以蔗产量，就当成商品糖产量。跨国比较先保留原文指标名称和计算规则，能够统一时再换算。

计算例：某个假设处理的有效茎从6000根/亩增到6600根/亩，平均净单茎重量却从1.20降至1.05公斤，则估算产量从7200降至6930公斤/亩，下降3.75%。这些数字只演示算术，不是实际试验结果。它说明茎数提高10%不必然增产。

产量还应区分田间可收获量、机械实际收集量和进厂净蔗量。若一种处理增加倒伏或漏收，其田间生物量可能较高，而实际销售量未相应增加。机械损失研究与促芽研究最好使用能够衔接的测量口径。

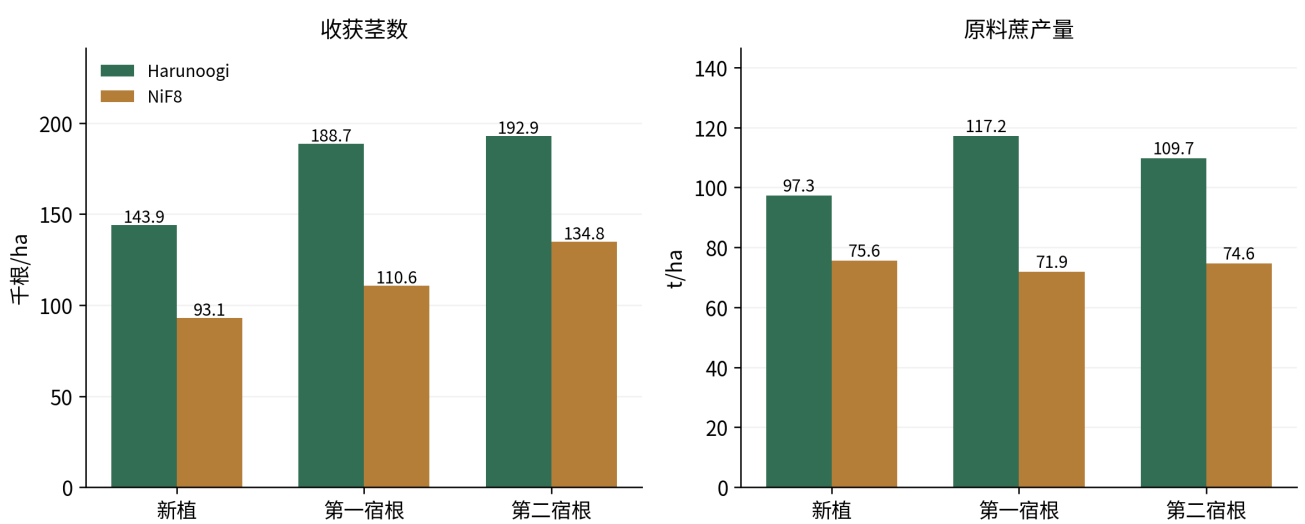
四 日本品种试验展示的群体与产量关系

日本种子岛2015—2018年的品种试验，为理解有效茎与产量提供了连续茬次数据。Harunoogi与NiF8的结果分别按新植、第一宿根和第二宿根汇总，平均所覆盖的年份数并不相同。[10]

表3-4 日本品种试验中的茎数与产量 按文献[10]表1整理

茬次	品种	茎数 根/ha	单茎重 g	蔗产量 t/ha	糖产量 t/ha
新植	Harunoogi	143 950	685	97.3	11.0
新植	NiF8	93 100	818	75.6	8.4
第一宿根	Harunoogi	188 667	619	117.2	12.7
第一宿根	NiF8	110 633	649	71.9	8.2
第二宿根	Harunoogi	192 950	583	109.7	9.8
第二宿根	NiF8	134 800	558	74.6	6.7

新植为2015—2018年4年均值，第一宿根为2016—2018年3年均值，第二宿根为2017—2018年2年均值。原文采用含品种固定效应及年份、地块随机效应的模型；两茬宿根蔗产量的品种差异 $P<0.001$ 。糖产量按原文定义保留。



RT_07·图3-1 日本品种试验的茎数与原料蔗产量。按[10]重绘，各柱为跨年汇总均值；原摘要表未给误差范围，本图不自行添加误差线。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

该案例说明应把群体和单茎放在一起看。它支持在当地条件下评价品种宿根能力，不能用来证明某种肥料具有相同增产效果。跨年平均的茎数乘以跨年平均单茎重，不必严格等于原文的平均小区产量，不能据此强行改动原始数据。

五 增产幅度 误差与统计显著性

相对增产率按“处理产量减对照产量，再除以对照产量”计算，并乘以100%。对照必须写出名称、实际做法和原始产量。相对不施肥增产、相对常规施肥增产以及相对等水量清水增产，分别回答不同问题。

比例的变化应区分百分比和百分点。假设某指标从60%变为72%，增加的是12个百分点，相对增加为20%。这仍是计算示例。报告时最好同时列出处理组与对照组的原始比例，读者就可以识别比较口径。

表3-5 数据呈现中容易出现的错误

写法或做法	应改为
只写增产30%	列出对照、原始产量、面积和茬次，再给相对变化
把所有“±”都当标准误	查明标准差、标准误或置信区间；原文不清则注明
$P>0.05$ 就写完全无效	说明未检出统计显著差异，结合效应大小和精度

写法或做法	应改为
将组合效果拆给每种材料	只归因于已实际比较的处理组合
把多年茬次当独立地块重复	考虑同一小区连续观测的相关性
把多个措施增产率相加	设置组合试验，检验交互作用和总收益

统计显著性不能代替生产意义。样本很大时，小到不足以抵偿成本的差异也可能显著；样本很小时，看起来可观的增产可能仍缺乏足够精度。书中优先呈现效应大小、变异或置信区间、重复设计和经济结果，原文没有报告的项目不自行补造。

同一批蔗蔸连续留宿根，适合比较跨茬表现，但年份天气与茬次同时变化。若没有合适设计，不能把第二茬低产全部归因为宿根年数。多年试验应尽量保留处理区身份，并用能够考虑区组、年份及重复观测的分析方法。

机制分析也要防止反向推断。根量与产量正相关，不等于增加任意一种根都必然增产；更旺盛的地上生长也可能向根部供应更多同化物。要判断方向，需要时间序列和能够区分路径的试验。

六 建立可复核的最小记录集

一本书中的试验表要能够追溯到原文；农场自己的试验也应做到每个数字可回到具体地块、日期和测量记录。没有这些基础，几年后无法判断一次增产究竟来自配方、降雨、品种还是收期变化。

表3-6 宿根促芽试验的最小记录集

阶段	至少保存的字段
试验前	地点、品种、茬次、土壤、蔗行与小区面积、原有群体和缺株分布
处理实施	处理号、独立重复、随机安排、每次日期、水量、肥料产品及用量
收割	日期、人工或机收、机具与路线、切口位置、破蔸拔蔸和压行
地下取样	样品号、蔸数、芽状态、芽深、新根、取土尺寸、照片及检测方法
出苗与分蘖	固定样段、调查时间、新增、死亡、缺株、病虫和后续管理
收获测产	净面积、有效茎数、净蔗重、抽样规则、糖分口径及收获损失
经济和环境	水肥与作业成本、收购价格、降雨温度、灌排和异常事件

电子记录建议同时保留原始值与换算值。例如原文是吨/公顷，整理表保留该列，再增加公斤/亩；原照片和图表重绘文件各自保留。这样可以检查单位换算，也可以在原文更正后定位受影响的数据。

对于收前微喷方案，水量与肥料量必须逐次登记。每亩同样3公斤肥料，溶入不同水量，施用浓度和湿润范围并不一样；单次投入与累计投入也不能混用。若实际受到降雨补水，应保留降雨记录，不能只比较人为灌水量。

前三章建立的共同标准，是把器官状态、群体动态和收获结果连接起来。以后每一项天气、机械、水肥或植保措施，都应回答相同的测量问题：保护了什么、改变了哪个阶段、最终带来什么结果，以及这一结果在什么条件下能够重复。

RT04 低温霜冻与高温

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 区分萌动变慢与不可逆损伤

低温首先改变发育速度，严重或持续胁迫才可能造成组织损伤。空气最低温不能直接代表地下芽温度；覆土厚度、蔗叶覆盖、土壤含水量、坡位、风和低温持续时间共同决定蔗莖经历的温度。仅用“低于某个气温就冻死”解释整块田的缺苗，容易把机械损伤和积水混在一起。

萌动延迟的芽在条件改善后可能恢复；坏死芽不能靠增加肥料复活。解剖后颜色变暗只是一项线索，还应观察组织硬度、腐烂边界、培养恢复和邻近正常莖。灾后立即用一次出苗率决定翻耕，可能低估仍有活性的芽；无限期等待也会错过补苗和更新窗口。应在本地适宜生长条件恢复后按固定间隔复查。

表4-1 温度因子的调查与应对

因素	证据和受影响阶段	具体应对
低温持续	芽位土温时间序列；萌动推迟	安排适合本地收期的品种；比较行上覆盖方式
霜冻	暴露组织坏死；低洼带集中	灾前优先收易受损田；灾后分区挖莖判活
冻融反复	表土和伤口环境反复改变	避免未恢复承载力时进机；复查继发腐烂
表土高温	裸露浅芽与新苗失水	维持适宜覆土，合理覆盖并监测芽位温度
高温与干旱叠加	根区缺水，芽和幼苗水分失衡	先核实土壤水分与灌水均匀度，分次补水

二 管理应围绕芽位微环境

寒凉地区厚覆盖有时延缓土壤升温，炎热干旱地区覆盖又可能减少蒸发。覆盖的效果应在同样收期、同样水分下测量，不能把一个气候带的结论写成所有蔗区的规则。美国路易斯安那的收后残体试验显示，处理时机影响糖产量，具体数据见第24章；这属于温度、水分与残体共同作用的田间证据，不能分拆出一个纯粹的“升温增产率”。[17]

防霜喷灌与常规微喷促芽是不同的作业问题。不能因为收前微喷有助于补水，就推断任意小流量喷灌都能防冻。设备供水连续性、蒸发冷却和结冰条件需要专门设计。本书不把未经当地验证的微喷措施列为防冻规程。

表4-2 温度试验最小记录

项目	记录办法	结果解释
温度	气温及实际芽位土温；报告时间间隔	最低值与低温累计时长同时保留
芽活性	固定取样日期，培养条件一致	区分延迟萌动和不可逆死亡
覆盖与水分	厚度、鲜干重、含水量、降雨	避免把覆盖等同于单一保温处理
结局	出苗曲线、成茎、蔗糖产量	单次早期苗数不代表增产

证据界限：本次未取得可跨品种通用的地下芽致死温度与持续时间组合，故不列统一临界值。机制解释以植物温度反应和田间测量原则为基础，需用当地品种校准。

寒热与芽位微环境

空气温度与地下芽温度不是同一数值。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q11 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意图；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT05 干旱积水与极端天气

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

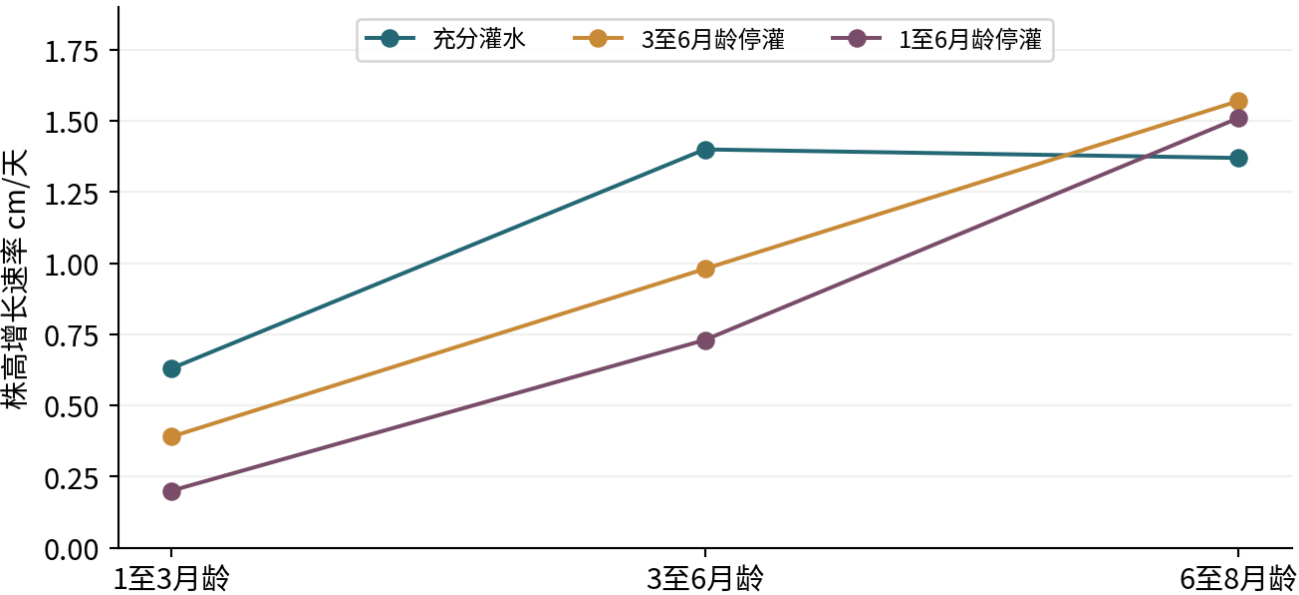
一 水不足与氧不足需要不同处理

缺水时，芽膨大和细胞伸长受限制，旧根与土壤的接触也可能变差；积水时，根区气体交换受阻，根的呼吸和吸收受到影响。两者都能表现为叶黄、长势弱和缺苗，但前者可能需要补水，后者首先需要排水。看到蔗叶萎蔫就灌水，可能加重已缺氧的低洼田。

检查应沿坡位和沟渠展开，同时看表层、芽位与更深根区。表面干燥不能排除下层滞水；雨后表面有水也不能说明整层根区已经获得均匀补水。暴雨过后记录淹水起止、泥沙覆盖、蔗蔸冲刷和排水出口是否畅通，避免只保留一个总雨量。

表5-1 主要水分灾害的处理顺序

情形	主要核查	应对顺序
收后干旱	芽位含水量、新根和供水能力	恢复根区供水；控制一次灌量；再判断肥料需求
短时积水	田间水位与排水出口	疏通排水，待承载力恢复后作业
持续渍水	土层滞水、根腐、异味和病原	改善排水；鉴别根病；评估是否更新
冲刷与泥沙埋蔸	实际芽深、根暴露、埋压厚度	分区恢复适宜土面，避免二次切芽
台风倒伏	折断、拔松、收获损失和后续根芽	优化收获顺序；记录机械损失；评估蔸完整性



RT_08·图5-1 第一宿根株高增长速率，按[19]表4重绘。为6个基因型均值；显著性见表5-2。停灌期间仍可能降雨。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 泰国试验显示干旱时段影响后续恢复

泰国一项含6个基因型、4个重复的裂区试验，在新植及第一宿根中比较充分灌水、3—6月龄停止灌水和1—6月龄停止灌水。停止的是人为灌水，期间仍可能降雨。第一宿根前6个月降雨加灌水分别为975.33、601.37和443.95毫米；全年分别为2163.03、1789.07和1631.65毫米。[19]

下面按原表列出跨基因型平均株高增长速率。旱后部分阶段增长恢复较快，并不意味着前期损失被完全弥补。比较产量时仍须追踪有效茎和单茎重，不能用恢复阶段的一段高增长速率证明“适度干旱增产”。

表5-2 第一宿根株高增长速率 厘米每天 文献[19]表4

处理	1至3月龄	3至6月龄	6至8月龄
充分灌水	0.63 A	1.40 A	1.37 B
3至6月停灌	0.39 B	0.98 B	1.57 A
1至6月停灌	0.20 C	0.73 C	1.51 AB

同一列有共同字母者按原文LSD法 $P<0.05$ 未检出显著差异。不同月份之间不凭这些字母比较。以上是试验报告值，不是灌溉定额。

澳大利亚湿土与残体管理研究还提示，建立期苗数和最终有效茎的对应关系并不稳定。[8] 因此，灾后恢复试验应至少保留到收获；尚未完成收获的“恢复率”，应按阶段性结果报告。

RT06 土壤结构与根区物理环境

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 根系需要水分通气 and 可穿透的土层

宿根多年固定在同一行上，土壤变化具有明显空间差异。蔗行、行间、轮迹和转弯地头的容重、孔隙和入渗状况不能混合成一个平均值后解释缺苗。土壤过密可能限制根伸长，也可能通过降低入渗和排水间接造成干旱或渍水；疏松过度又可能破坏根土接触和承载能力。

压实诊断要记录含水量。贯入阻力受土壤干湿影响很大，同一地点雨前雨后读数变化不一定代表压实程度发生同等变化。不同土质之间也不宜直接采用同一个容重阈值。应将轮迹与蔗行分别取样，并结合根系分布、土壤剖面 and 作业史判断。

表6-1 根区物理限制的鉴别

限制	现场和测量证据	应对
表层结皮	出土路径受阻，表层硬壳	小范围验证浅层破壳，避开已伸长芽
犁底或压实层	根转向集中；剖面 and 阻力突变	先控交通，更新期按实测深度定点处理
低渗透层	雨后滞水，上湿下难排	排水工程与结构改良配套
粗砂保水差	同灌量下干燥快	分次供水、覆盖，监测根区而非只看表面
石块与浅土	有效根层不连续	适配机具 and 切割高度，避免强行深作

二 松土不能只按作业深度评价

深松可能降低局部阻力，也可能切断根系、损伤地下芽并使湿土涂抹成更致密的界面。对正在建立的新宿根，操作位置 and 土壤水分与深度同样重要。只有在明确存在物理限制、机具能够避开主要根芽且有恢复水分时，才值得先做小区比较。

评价应同时记录作业后即时伤根、短期新根恢复、入渗变化、后续成茎 and 产量。若只展示松土后更松的土块，就无法回答是否增产。巴西控制交通研究提供了保护根区的证据，详见第10章；其结果支持先减少新增压实，不等于证明所有宿根田都应每年深松。[13]

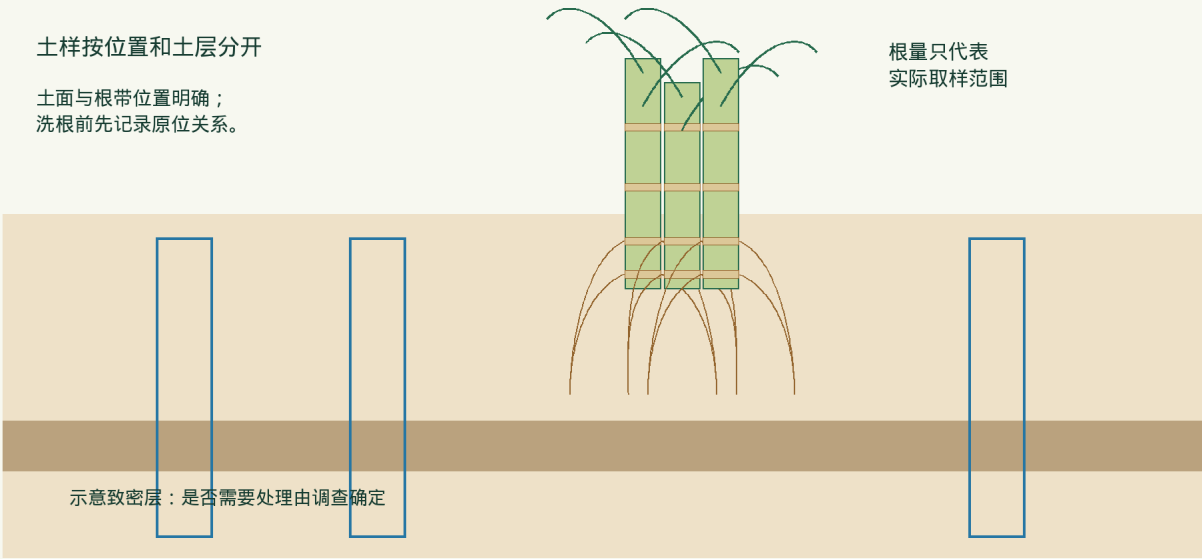
表6-2 物理环境调查的配对设计

位置或时间	建议同时测量	避免的偏差
行上与轮迹	容重、含水量、阻力、根长密度	把轮迹结果当全田结果
作业前与作业后	同深度同含水范围；伤蔸率	把天气干湿变化当松土效果
浅层与深层	分层取样，不混层	只查表土遗漏下层阻水
收获时	净蔗重、有效茎、糖分、作业成本	只看土壤变松就宣布增产

本书不设统一“必须深松”的容重或阻力阈值。生产决策应采用当地土质、测量方法与根系反应的对照标准。

土壤剖面要对准根区：根的起点仍在节部

蔗行、行间、轮迹分别取样；标明真实取样深度与土层。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N10 · 替代旧土壤剖面中从底部一点生根的简化画法；土层深度不按图比例取值。
精确位置结构示意图；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

RT07 根区化学环境与土壤生物

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 养分不足与根系不能吸收应分别判断

土壤中有养分，不等于根系能够吸收；叶片发黄也不只由缺肥引起。酸度、盐分、根病、积水和低温都可能改变养分有效性或吸收。宿根追肥前，应综合土壤检测、叶片诊断、肥料历史和健康状况，避免在病根或缺氧根区继续叠加盐负荷。

酸性土的改良需要酸度与缓冲能力资料；石灰需求量不能仅由pH一个数字推算。盐分诊断要注明电导率的提取方法，因为饱和糊状浸提与不同比例水土浸提的读数不能直接使用同一阈值。怀疑钠影响结构时，还需检查交换性钠或相应指标，不能把“盐多”和“钠害”视为同一问题。

表7-1 化学限制及处置条件

因素	确诊要点	对策
酸度与潜在铝害	pH方法、交换性酸、根层分布	按检测确定改良材料与量；兼顾施入土层
盐分累积	根区电导率、灌水水质、排水	先控盐源并改善排水，再论证淋洗
钠导致结构下降	钠指标、入渗与水质	土壤水质联合诊断，定量评估钙源和排水
磷供应受限	适合本土壤的有效磷检测	结合根区施用和长期收支；避免盲目年年加量
钾供应不足或失衡	土壤钾、叶钾和产量反应	设置缺素对照；分清K与K2O单位
未腐熟有机物或污水	来源、盐分、污染及耗氧风险	合格原料和适当处理；不直接接触嫩芽

二 微生物变化需要功能证据

根际微生物参与有机物分解、养分转化和病原竞争，但某类群相对丰度增加，并不能直接解释产量增加。测序中的相对比例受到其他类群数量变化影响；“有益菌更多”的结论需要鉴定、绝对量或功能测定支持。根系更旺盛也会改变分泌物，从而反过来改变微生物群落。

对于菌剂或有机投入，先核验菌株、有效含量、产品批次和施用环境，再比较其是否在目标根区存活，是否降低病原或改善营养，最终是否产生经济增益。实验室平板抑菌不等于田间防病；单点田间增产也不能证明所有土壤都适用。第26章给出验证框架。

表7-2 微观指标与生产结论的距离

观测	可以说明	仍需补充
菌群测序差异	样品群落组成不同	绝对量、功能与批次控制
酶活性变化	规定方法下生化活性不同	根区条件、持续性和养分实际吸收
根内病原检出	样品中存在目标信号	活性、侵染程度和症状关联
田间产量提高	该试验组合表现较好	独立重复、跨点稳定性和成本

本章属于诊断与试验方法综述，未将任何通用菌剂或土壤调理剂赋予固定增产百分比。具体肥力阈值应按当地检测方法和校准试验使用。[1, 20]

养分从土壤到茎叶：三个边界

肥料投入、根面供应和植株吸收分别测；箭头没有定量含义。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D04 · 根际吸收与输导微观关系
原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

RT08 留桩高度与切割深度

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 切口位置改变保留组织与损伤机会

收割留桩高低会改变保留的节位、芽位和残留茎组织，也会改变刀盘触土、夹带泥沙和撕裂蔗蔸的机会。地表不平、蔗蔸上浮和前期培土会使同一机器设定对应不同实际切深。因此，不能只记录机器标称高度，应沿行测量切口相对当时土面的真实分布。

第1章列出的云南试验中，地下5厘米人工切割在两茬宿根都取得较高产量，但地下10厘米并未继续提高产量。[2, 3] 这是一项具体品种、土壤和人工切割条件的结果，不足以推导“机收统一切入地下5厘米”。机械高速切割、土中石块和轮压可能改变收益与损伤的平衡。

表8-1 云南人工切割试验的相对变化 据[2]均值计算

切割位置	第一宿根 t/ha	第二宿根 t/ha	相对地表产量变化
地表	83.07	86.79	基准
地下5 cm	117.85	124.50	第一茬 +41.87%；第二茬 +43.45%
地下10 cm	89.68	99.15	第一茬 +7.96%；第二茬 +14.24%

相对变化为本书按四舍五入均值计算，不是新增试验；显著性见表1-3。地表与地下10厘米的产量差异在原表未达显著。

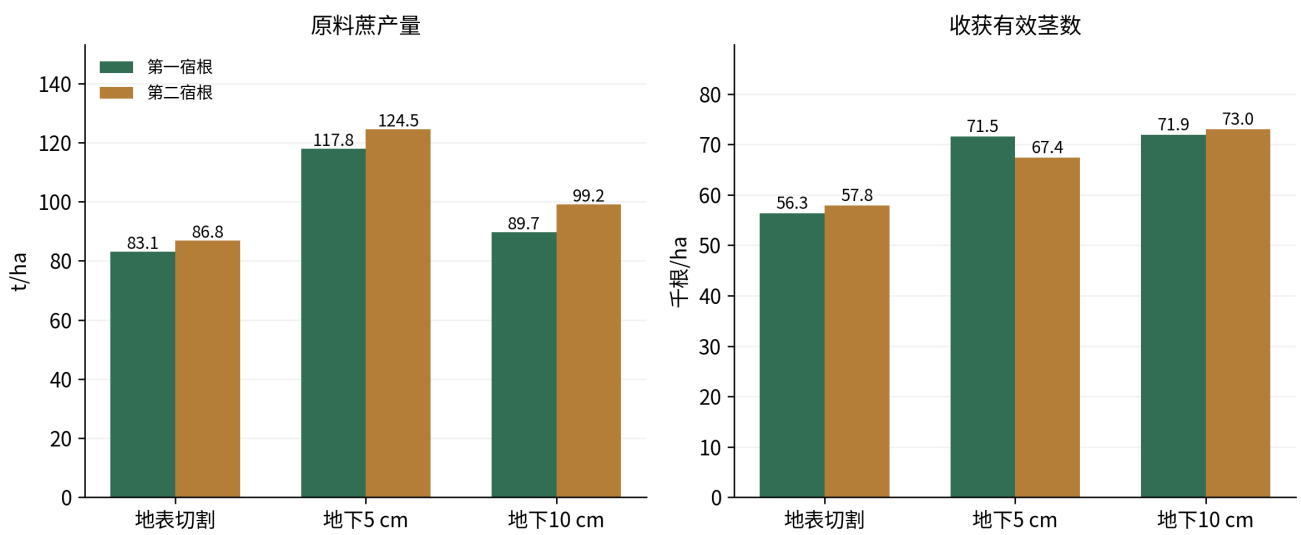
二 以切口质量和后续表现校准机具

现场应检查切口整齐度、裂口长度、拔松、蔗蔸移动以及土中芽是否仍连在健康组织上。刀片磨损、前进速度、刀盘转速和地面仿形共同影响切割质量。参数调整应由设备人员按机型操作要求进行，并在短段试割后挖蔸验证。

对手工收获和机械收获分别建立验收样段。在同一田里选择原有蔸密度相近的行，记录收前状态与收后损伤，再留出固定样段调查出苗。若切得更低同时增加了拔蔸，就不能只把产量变化归因于芽位。

表8-2 切割质量验收项目

项目	记录方法	判读
实际切深	相对本次土面，列分布而非只列均值	极深或高残桩比例需要单列
裂蔸与拔松	固定行长逐蔸调查	与切深分开报告
芽完整性	独立破坏性样段挖蔸	不能拿已挖样段测最终产量
收后生长	出苗、死苗、有效茎、测产	验证即时质量能否预测收益



RT_03 · 图1-3 依据文献[2]表1均值重绘。两图纵轴不同，均从0起；未添加误差线。地下10厘米处理的茎数优势没有转化为最高蔗产量。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

RT09 破蔸拔蔸断根与芽损伤

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

节位校正：芽眼位于节部，新梢由芽眼萌发；种段根由该节环形根带上的多个根原基发生。新梢形成后，其基部短缩节的根带还可发生新根。芽眼、根原基和根毛分别是不同结构；根毛来自根表皮。不能从节间、种段切口或茎底断面画出种段根，也不能把所有根集中在芽眼下面同一点。[B01,B02]

一 地下芽未出土也可能受伤

地下芽确实可能避开一部分地面以上的割刀接触，但仍可能受到刀盘切入、蔗蔸扭转、拔起、挤压和土壤剪切影响。萌动后伸长的新梢与未萌动的紧缩芽，机械敏感性也可能不同。因此，用户试验中的“未出土不会伤芽”应改写为待检验假设，并把实际损伤列为主要观察指标。

损伤有直接与间接两条路径：芽体缺失或断裂会立即降低可用芽数；茎基部和根系损伤可能破坏水分供应，并为部分病原侵入创造条件。伤口并不自动等于感染，病原存在也不一定解释全部损失。取样时要分别记录伤口、病原与后续坏死的时间顺序。

表9-1 主要机械伤害类型

类型	现场识别	处理重点
切芽或压碎芽	芽体缺损、断面和挤压痕	调整切割和行走位置；保留受伤比例
裂蔸	茎基纵裂或组织分离	改善刀具和切割状态，评估仍存活芽
拔蔸或松蔸	蔸体抬起、根土接触破坏	降低拖拽；严重缺株区安排补苗或更新
断根	行侧根被作业切断	避开活动根区；结合水分条件决定恢复管理
覆盖或整地伤新梢	新梢折断、弯埋	根据芽和苗的实际位置控制作业

二 受伤后的补救应以保活为目的

轻微损伤田先恢复适宜水气条件，避免再度碾压；严重拔蔸且缺少健康芽的区域，单纯追肥不能补回群体。若出现扩大性腐烂，应取病健交界组织诊断。不要将所有伤口统一涂施未经验证的混合药肥，尤其不能以消毒为由破坏残存嫩芽。

机械伤害评价宜用收前、收后短期和出苗后三个时点。收前抽样确定芽状态，收后抽样记录新损伤，固定非破坏性样段追踪成苗。若只在收后比较“活芽数量”，容易把原本差异与新增损伤混淆。

表9-2 收前促芽与收获损伤的联动试验

比较	共同条件	主要指标
清水与磷钾水	同水量、同收期和机具	收前萌动比例、收后新增伤芽
早萌与晚萌样本	记录芽长和深度	不同芽状态的损伤概率
机械与保护性小段收获	明确各自收割方式	分辨生理响应与机械影响
恢复与收获	相同后续管理	成苗存活、有效茎、净蔗及糖产量

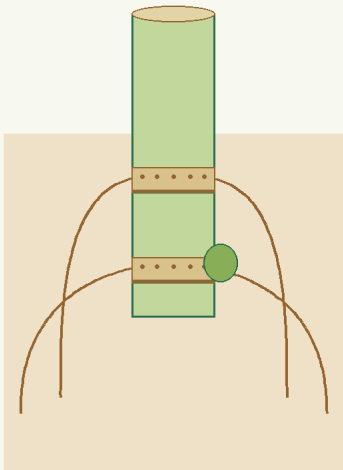
黑穗病人工伤口接种试验显示，不同品种的伤口与抗病反应存在交互，但不能将其感染百分比直接套用到机收田。[18]

GAKI · 节位校正与全书配图 · N13

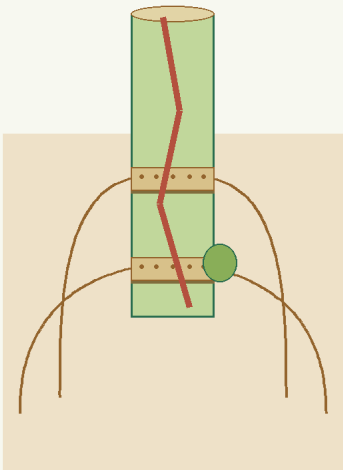
收后检查：切口、节部芽、根带逐项看

不能以桩口整齐替代地下检查；根不从茎基切面画出。

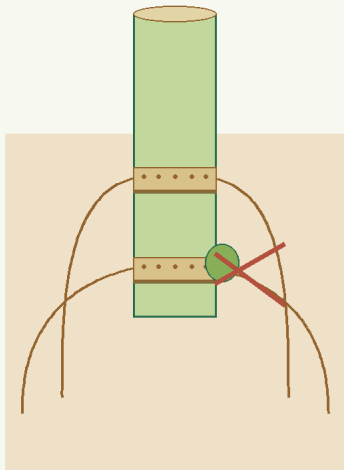
保留的节与芽



劈裂或破伤



根带附近新损伤



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

N13 · 红色是检查位置的概念标示，不表示病原感染已发生。
精确位置结构示意；来源：B01、B02；本版按器官位置绘制

RT10 车辆碾压与土壤压实

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 压行与压土需要分别测量

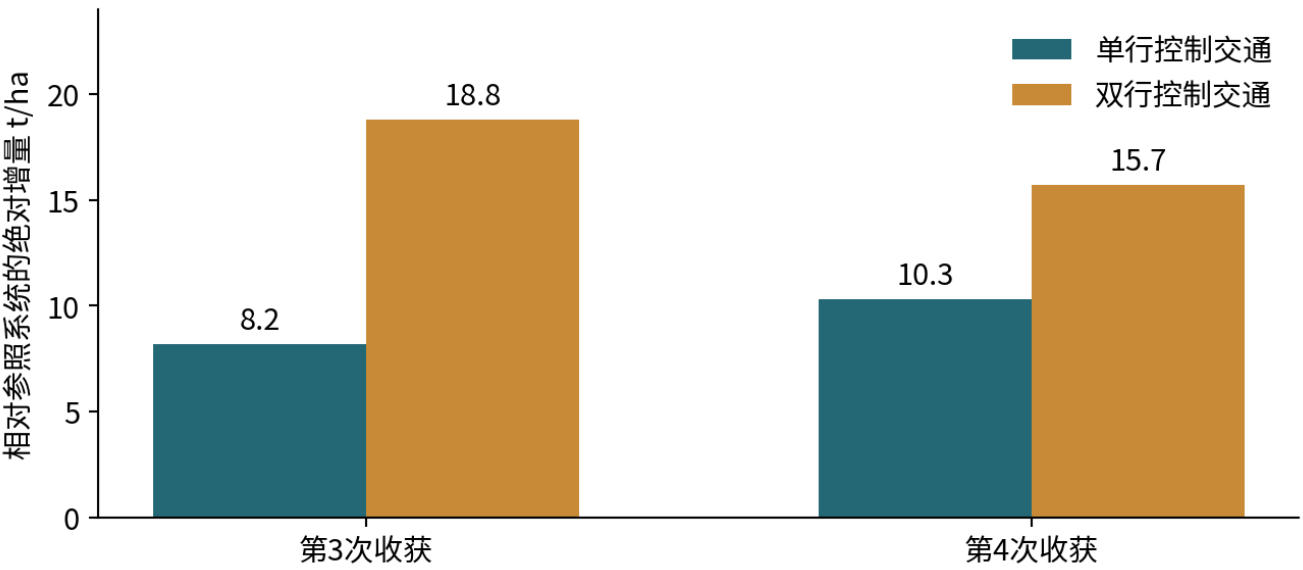
轮胎直接压在蔗莖上可能造成结构破坏，轮载作用于行侧土壤则可能形成根区压实。二者可以同时出现，也可以单独发生。调查时记录轮迹与蔗行的重叠长度、地头转弯、土壤含水量、车辆装载和通行次数，才能解释同一机组在不同田块的效果。

巴西一项车辆意外碾压试验分别研究黏质和砂质田块。黏质条件下产量显著降低，砂质田块未检出相同产量效应；试验未发现出芽缺失或分蘖指标的显著变化。[14] 这说明轮压损失不一定在最早期苗数中显现，也说明不能跨土质直接搬用损失率。

表10-1 巴西控制交通试验报告的绝对产量差 文献[13]

系统	第3次收获增量 t/ha	第4次收获增量 t/ha	根生物量相对变化
单行1.50 m 控制交通	+8.2	+10.3	+17.9%
双行1.50×0.90 m 控制交通	+18.8	+15.7	+18.5%

参照为1.50米单行非控制交通系统；根系在2015/16季调查。产量列是绝对增量，不能写成增产百分比。双行处理同时改变空间配置，不能把全部差异归于自动驾驶。



RT_09·图10-1 控制交通系统相对参照系统的绝对产量增量，按[13]原始研究摘要重绘。未提供可重绘误差范围；双行处理包含行距配置变化。

原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 把交通组织前移到种植和更新阶段

固定行走带需要行距、轮距、机具幅宽和收运方式相互匹配。仅安装导航而保持不匹配的车辆和行距，仍可能压蔗。新植或更新时统一规划最容易落实；现有宿根田则先减少压行、限制湿土作业和地头反复掉头。

载荷调整还要考虑效率与总通行次数。单次装载减小但通行大幅增加，未必降低累积扰动。记录单位收获量对应的通行次数、压行面积和燃油工时，才能比较管理方案。机具停工与恢复作业的判断应依据承载力和实际轮陷，而非全国统一的降雨毫米数。

表10-2 交通减损措施与验收

措施	执行要点	验收指标
行轮匹配	统一种植行距、机具轮距和导航基准	压行长度占比
固定行走带	运输车尽量沿既定带行驶	新增轮迹面积
湿土限行	结合轮陷和承载能力分区安排	轮陷深度、破垄、恢复时间
地头管理	规划转弯与装卸位置	地头缺株和产量单列
长期维护	更新时修复限制层并保留基准线	多茬根区物理性状与经济收益

RT11 收后作业的收益与二次伤害

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 每一道工序都可能同时产生收益与损伤

清理残体、破垄松土、施肥开沟、培土、除草和补苗，目的各不相同，但都可能与地下芽和新根发生空间冲突。应先检查上一道收割已造成的损伤，再安排下一道作业。固定按日历连续进机，可能在土壤过湿或新芽正好伸长时扩大损失。

收后作业窗口由土壤承载力、芽状态、杂草阶段和设备可用性共同决定。把所有操作集中在一次通过中，可以减少部分交通；但机组过重、作业部件互相冲突或埋压新芽时，也可能适得其反。应比较完整作业系统，不能只比较通过次数。

表11-1 常见作业的目标与伤害点

作业	预期作用	需要控制的风险
移开行上残体	改善出苗通道和特定冷湿微环境	机械扫断芽、移除过量导致失水
浅层破壳	降低出土阻力	伤及已伸长新梢
开沟施肥	把养分放到适宜根区	肥料接触嫩芽、切根和盐害
培土	稳兜并调整根区空间	过厚掩埋、机械断苗
补苗	恢复长期缺株区群体	引入病种、遮压原苗、根系竞争

二 以最小必要干预安排顺序

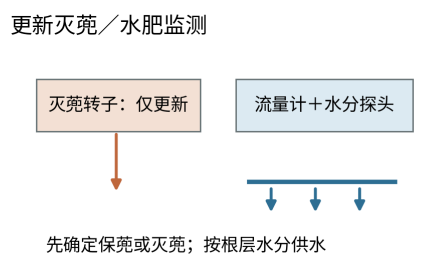
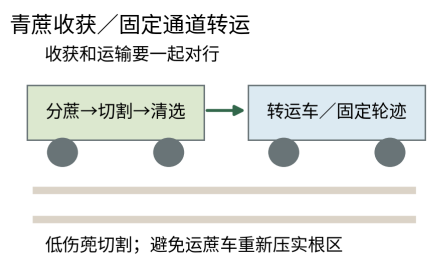
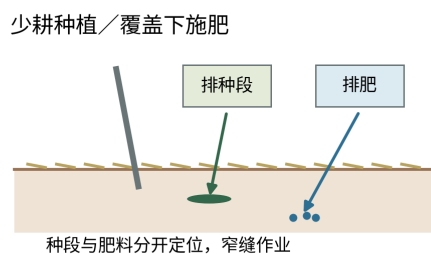
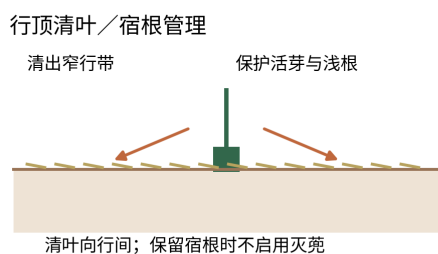
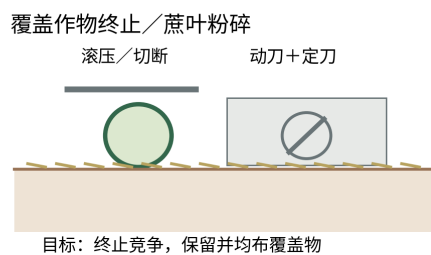
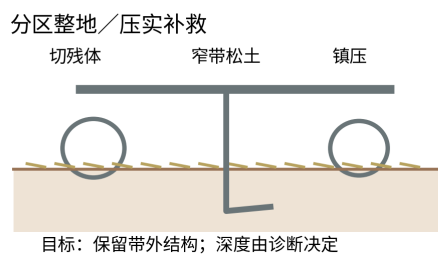
先解决排水和明显交通问题，再根据芽苗和根区状态判断是否需要土壤作业。对于没有确认压实或结皮的田块，不宜把松土作为必需程序。养分、水分和植保也应基于诊断分区执行，避免用一套强干预措施覆盖所有地块。

作业试验应保留“现行常规”对照，并把人工、燃油、设备折旧和延误风险计入成本。若一种处理略增产却需要多次进机，农场净收益可能下降；若减少一道作业而产量相当，则也可能形成有价值的改进。

表11-2 收后作业评估记录

时点	内容	判定用途
作业前	芽苗位置、土壤水分、原有损伤和杂草	确定是否作业与具体位置
作业后	新增断芽、伤根、埋苗和轮迹	识别二次伤害
恢复期	新根、出苗、死亡和缺株长度	确认短期恢复
收获期	有效茎、净蔗、糖分、全部作业成本	比较完整系统收益

本章是作业组织建议，不提供统一的增产率。第8—10章的试验说明，切割和交通对产量的效应依赖于土壤、机具、品种及后续环境。[2, 13, 14]



CA_int_machine_modules · 保护性耕作：int_machine_modules
 继承图片，性质见原图注；来源：保护性耕作原文及国际图源I01-I28；本版保留归属

RT12 宿根矮化病与其他细菌性病害

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 宿根矮化病不能凭矮小外观确诊

宿根矮化病病原为Leifsonia xyli subsp. xyli。病株可能没有明显特异性外部症状，缺水、缺肥和其他根部障碍也会造成矮化。长期留宿根、带病种源和受污染切割工具使健康管理更困难。诊断应使用经验证的实验室方法，并结合种源、机具流向和地块历史；不能把节部颜色变化单独当作确诊标准。[11]

应对重点是健康种源体系、种苗田检测及切割与收获设备卫生。种苗处理应由具备条件的单位采用经过当地验证的规程；热处理的有效性与其伤芽风险同时受温度、时间、材料和设备均匀度影响，本书不提供脱离这些条件的一组通用热水参数。对已系统感染的生产田，补肥可以缓解某些伴随胁迫，却不能当作清除病原。

表12-1 主要细菌性病害的鉴别和措施

病害及病原	诊断重点	应对重点
宿根矮化病L. xyli subsp. xyli	症状不特异；检测与种源链追踪	清洁种源、检测、工具卫生；重病田评估更新
白条病或叶灼病Xanthomonas albilineans	细窄白条、枯叶及潜伏感染；实验室确认	健康种源、品种选择、清洁工具和病株管理
赤条病Acidovorax avenae	叶条斑或顶腐与其他腐烂区分	品种和田间通风排水；确诊后按地区规程处理

二 白条病与赤条病的宿根风险不同

白条病可能存在潜伏感染，外观正常并不能保证种苗健康；赤条病的症状和危害程度则受菌株、品种和环境影响。二者均需与真菌病、营养问题和机械伤后腐烂区别。病原名称及地区名称应由当地实验室复核，特别是“白叶”“白条”在生产口语中容易混用。[15]

发现疑似细菌病后，先标记地块，停止将其作为种源，保存病健配对样品及机具经过记录。调查相邻田时应从健康区向疑似区进行，并按设备适用规程清洁处理。是否提前结束宿根，取决于确诊结果、病株空间分布、可保留群体和下一茬预期收益，不宜只凭一株病蔗翻掉整田。

表12-2 细菌病管理效果的验证

措施	可测指标	不能据此声称
健康种苗	批次检测、种苗田和生产田感染率	仅凭无症状认定无病
设备卫生	规范执行、污染监测及后续感染	一次擦拭即可永久无传播
病田更新	更新前后病原与产量的多年记录	翻耕本身可替代健康种苗
补水补肥	胁迫缓解和产量变化	叶色恢复即已治愈细菌病

本次核对的资料主要支持病因、传播和健康种源管理，未取得可以通用于各地的防治增产百分比。引用技术指南不等同于已完成当地措施效果试验。[11, 15]

细菌病：从种源与切具追查传播

宿根矮化病等须按具体病原确认，矮小外观本身不能确诊。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q01 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT13 黑穗病

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 病原侵染芽与宿根群体损失

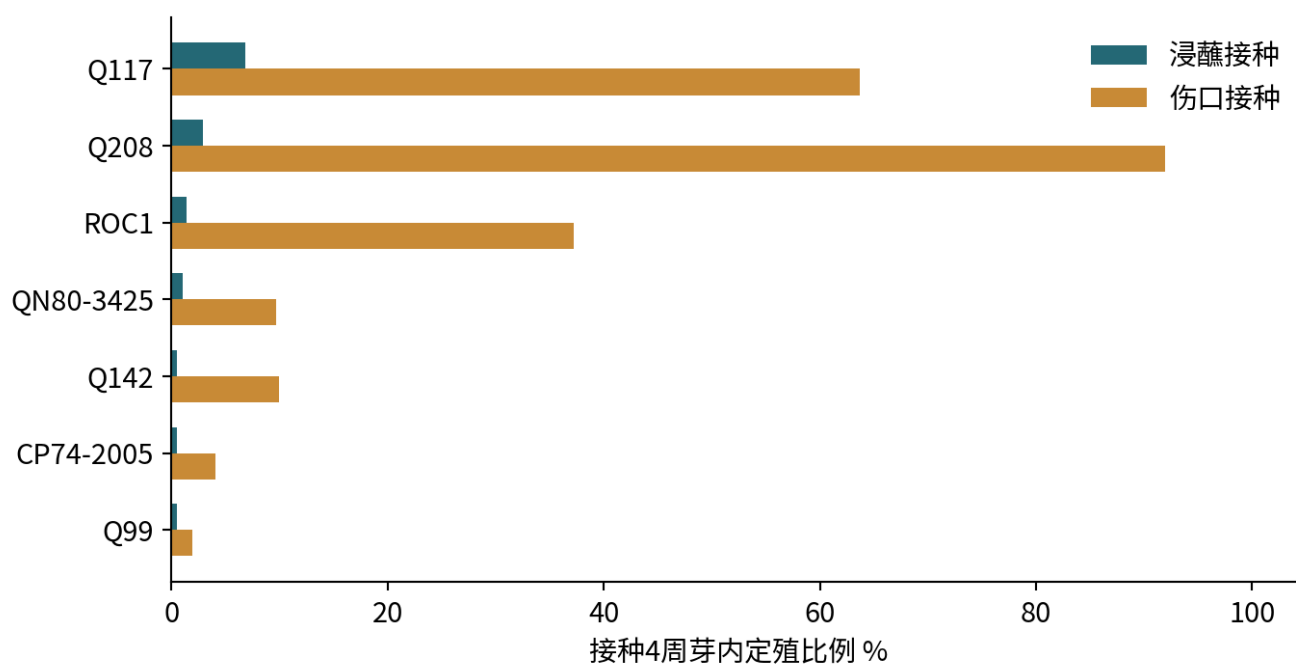
黑穗病由Sporisorium scitamineum引起。典型黑色鞭状结构可帮助识别，但芽早期感染时未必出现该结构。病株细弱、分蘖异常与有效茎损失之间还受品种和环境影响。调查应将病蔸率、病茎率和病鞭数量分开记录，不能以一个病鞭等同一蔸或一根有效茎损失。[15, 18]

预防以适合当地的抗病品种和健康种源为基础。发现病鞭时按当地植保规程控制孢子散播并处理病株，操作顺序避免把病原带往种苗田。高风险田继续留宿根的价值要单独评估，不能仅因总苗数多就认为群体健康。对药剂或种苗处理，只采用当地登记并经核实适用的措施。

表13-1 人工接种4周后的芽内定殖比例 文献[18]

品种	浸蘸接种 %	伤口接种 %	原文比较
Q117	6.8	63.7	P<0.01
Q208	2.9	91.9	P<0.01
ROC1	1.4	37.2	P<0.01
QN80-3425	1.0	9.7	未显著
Q142	0.5	9.9	P<0.01
CP74-2005	0.5	4.1	未显著
Q99	0.5	1.9	未显著

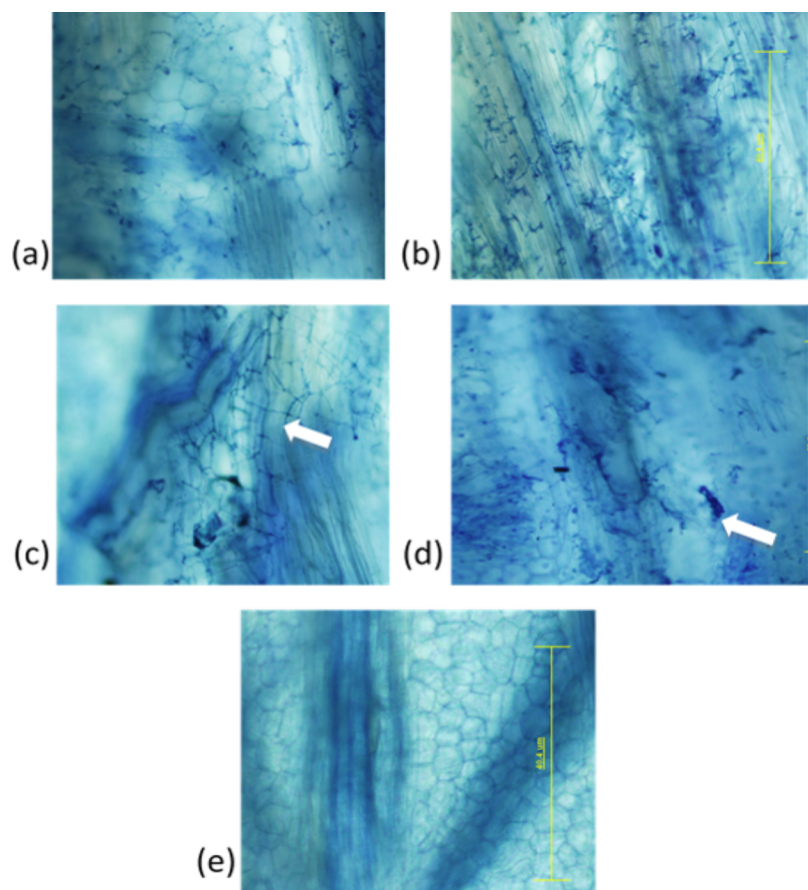
原试验4个重复；比较方法为Fisher保护性LSD，显著标准P=0.01。人工接种结果不能当作田间自然发病率，也不能预测某台收割机的感染率。



RT_10 · 图13-1 不同品种和接种方式下的芽内定殖比例，按[18]表格重绘。人工接种，非田间自然发病率；统计说明见表13-1。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 显微证据解释屏障与品种差异

研究将显微观察与转录组分析结合，显示不同品种和接种方式下的病原定殖程度不同。[18] 伤口接种可能绕过一部分外部屏障；部分品种仍保持较低定殖，提示抗性不只由芽外形决定。生产上可以据此重视减少伤芽和筛选抗性，但不能仅凭某个候选基因表达升高就宣布获得田间抗病增产。



RT_11 · 图13-2 真实显微图。McNeil等2018图1，PLOS ONE，CC BY许可，完整保留原标记、等比例缩放。a为Q117浸蘸接种4周；b为伤口接种Q208的细胞间菌丝；c为QN80-3425的细胞内菌丝；d为CP74-2005的菌丝聚集；e为Q99未检出菌丝的代表视野。原图比例尺40 μm 。单一代表图不能替代定殖比例统计。[18]

真实显微图；来源：McNeil等2018 图1；CC BY；宿根文献[18]

表13-2 黑穗病田间管理的核查点

阶段	操作	效果指标
种源准备	品种抗性资料、种苗来源和检测	种源批次健康记录
宿根萌发	标记异常细弱分蘖和疑似病蔸	病蔸率与正常苗存活
见鞭后	依本地规程减少散播并处置	新增病蔸空间分布
收获决定	同时计算健康有效茎与糖产量	留宿根与更新的净收益

RT14 赤腐病萎蔫病与茎基腐烂

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 茎内变色需要病原和组织证据

赤腐病通常与Colletotrichum falcatum有关；茎内红色及其间的浅色区域是诊断线索，但颜色本身不能排除其他原因。萎蔫和茎基腐烂是症状集合，可以涉及不同病原及复合胁迫。宿根收割留下的茎基和根系既可能携带病原，也可能在干旱、积水或伤口后出现继发腐烂。[15]

取样应包含病健交界处，不要只送完全腐烂、已被杂菌占据的组织。病株、邻近外观正常株和相同土壤条件下远处正常株组成配对样本，有助于判断病原检出与症状之间的联系。需要致病性验证时，由具备条件的实验室完成，不能把一次分离到的真菌自动认定为主因。

表14-1 腐烂和萎蔫的分层鉴别

问题	核查证据	应对
疑似赤腐病	剖茎症状、种源和病原鉴定	健康种苗、抗性品种、病田种源隔离
维管或茎基萎蔫	变色位置、病健边界、根区水分	病原诊断与水气障碍同时处理
伤后腐烂	新旧伤口、发生先后、病原	降低机械伤，改善恢复条件
水淹后软腐	淹水史、根系和组织状态	先排水，评估残存健康芽
死亡莖杂菌繁殖	是否已有不可逆伤害	追溯初始原因，不按后期菌群盲目用药

二 把种源防控和生产田处置连接起来

一旦确认可能由种苗携带的重要病害，应立即取消病田供种用途，并追踪同批种苗去向。局部病莖清除能减少部分病源，但其效果取决于病原生态、潜伏感染和邻区传播，不能替代抗病品种和健康种苗体系。重病田更新时要同时考虑残体、灌排和轮作作物适用性。

对于拟保留宿根的田块，分别记录健康莖、疑似莖和明显死亡莖。补苗只能补充空间，若继续使用带病材料，可能延续问题。试验还应纳入当季与下一茬的病情，而非只比较施药后一段时间的叶色。

表14-2 防控措施试验所需结局

措施	中间指标	收获指标
抗性品种	确认相同病原背景下病情	健康有效茎与糖产量
健康种苗	初始与后续感染率	多茬产量稳定性
病莖处置	新病莖发生和传播方向	缺株补偿及成本
灌排改良	根区水分、根腐程度	净产量与更新周期

不同国家的赤腐病菌群和品种抗性可能不同。未获得本地鉴定与试验前，本书不把国外抗病等级直接作为国内品种推荐，也不为“萎蔫病”统一指定一种药剂。

茎内变色：按部位取样，而非只看颜色

赤腐、萎蔫和茎基腐烂要保留组织、病原与环境的区别。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q02 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT15 根部病害与土传病害复合体

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 根腐与物理障碍常相互叠加

根系褐变、根量少和蔗株易拔起，可能来自根病、线虫、食根虫或缺氧，也可能同时存在。先在完整土块中观察根系分布和损伤位置，再进行洗根、病原和虫体检查。只送一把洗净烂根，往往丢失最重要的现场信息。

澳大利亚Pachymetra根腐病由Pachymetra chaunorhiza引起，是具有明确地区背景的根部病害。其厚壁繁殖体可用于土壤检测和风险评估，抗性品种是当地管理的重要组成。[15] 本书引用这一案例说明“土壤检测加品种选择”的路径，不据此认定中国某块弱苗田发生该病。

表15-1 根区症状的候选原因

表现	必须同时排查	处置方向
根变细或根量少	线虫、缺氧、养分与取样损失	根土配对检测后处理主因
粗根腐烂	地区性根病、持续滞水	鉴定病原，改善排水与品种配置
根被截断	蛴螬等食根虫或机械切根	挖查虫体与作业痕迹
根在某层转向	压实层、化学障碍和高水位	分层土壤与根系调查
局部成片衰退	地形、种源、病害和交通带	绘制分布图，分区取样

二 土传复合问题通常需要跨茬治理

对土壤中长期存在的病原，仅处理地上症状往往不能持久。抗性品种、健康种苗、适宜轮作、残体管理与物理环境改善需要结合，但每项措施的效应必须分别或通过因子试验验证。轮作作物是否是目标病原或线虫的寄主，应先核实；不能把所有豆科作物都称为“消毒作物”。

土壤检测结果也应按方法解释。不同实验室的提取量、培养方法和计数单位可能不同，未经校准不能直接沿用国外风险阈值。较高病原量与低产相关，仍需考虑土壤类型、品种及根区环境；否则容易把共存现象误写成单一因果。

表15-2 土传病害治理的验证层级

层级	应保存资料	能回答的问题
病原鉴定	根、土、病健样本及方法	主要候选病原是什么
风险评估	单位土样的病原量和品种反应	哪些区域或品种风险较高
措施比较	轮作或抗性处理的独立重复	措施是否降低病害
跨茬评价	病情、根系、净产量和成本	能否延长经济宿根年限

本章不提供Pachymetra的跨地区统一阈值或灭菌处方。检疫性、外来或尚未确认的病原，应通过当地植物检疫与诊断渠道处理。

根系褐变：检查可能叠加的因素

根病、土壤缺氧、线虫、食根虫与机械损伤分别取证。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q03 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT16 病毒病与植原体病害

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 黄叶花叶白叶不能混为一病

花叶症状可以涉及不同病毒；黄叶既可能与甘蔗黄叶病毒有关，也可能由营养、根系或环境胁迫造成。白叶病和丛枝状异常可涉及植原体，其传播与种源、媒介昆虫及地区生态有关。应分别记录叶色、条纹、分蘖、节间、病株分布和虫情，再以经验证的检测方法确认。[15, 23]

系统感染的材料不宜作为健康种源。对于病毒或植原体，控制媒介只能减少某些传播机会，通常不能使已经系统感染的蔗莖恢复为无病种苗。健康种苗生产需要检测、繁育隔离、材料处理和后续田间监测共同完成；脱毒处理后仍需复检。

表16-1 主要系统性病害及管理

病害	主要候选病原或检测方向	应对
花叶	SCMV、SrMV等，依地区鉴定	抗性与健康种苗；监测相关媒介
黄叶病	Sugarcane yellow leaf virus；排除非病原黄化	健康种苗和检测；结合媒介管理
白叶病	甘蔗白叶植原体；分子检测	健康种苗、病株处置和媒介综合管理
丛枝或草状分蘖病	地区性植原体相关病害	鉴定与种源隔离，评估更新

二 泰国健康种苗体系的可借鉴部分

JIRCAS与泰国相关机构的白叶病管理资料强调健康种苗繁育与供给、快速检测和组织培养等环节。[23] 可借鉴的是完整的种源链，而不是把某个检测工具当作田间治疗。LAMP等方法适合特定检测用途，但阴性结果仍受到采样部位、季节、病原分布和方法灵敏度影响。

生产上建立母本、扩繁和商品田的批次联系，保留每次检测与去向，才能在出现病情时追踪。病株清除的时机和范围、媒介监测方式及更新策略要按当地流行情况确定。清除后仍需调查新发病株，不能用一次拔病株后的低病率直接证明长期控制成功。

表16-2 健康种苗链的质量记录

环节	记录项目	验证
母本	来源、品种、检测方法和日期	身份与病原状态
扩繁	批次、隔离、媒介和病株	是否重新感染
分发	数量、接收田块、运输与处理	出现问题时可追踪
生产田	初始和后续病率、有效茎、产量	健康材料的跨茬收益

本次未取得可对所有白叶病地区适用的统一防治增产数据。第28章将泰国种源体系与当地肥水试验分开讨论，避免把不同研究的效果相加。

病毒与植原体：对象和传播证据分开

本图不将所有病害归为同一种传播方式。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q04 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT17 其他病害与相似症状鉴别

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 叶部病害多通过光合和植株活力影响宿根

褐锈病与橙锈病主要伤害叶片，其对下一茬的影响通常需要通过当季生长、储藏状态和跨茬表现来验证，不能直接写成“锈病杀死地下芽”。梢腐或畸形顶叶也需结合组织检查与病原鉴定。病害造成的减产、药剂保护效果和宿根出芽率是三个不同终点。[15]

凤梨病类种段腐烂尤其需要区分新植或补苗材料与已建立宿根。若补苗用的种段腐烂出苗差，应按种段处理和环境条件调查；不能把这种证据直接当作完整宿根蔗莖的主要死亡机制。

表17-1 病害名称与主要作用部位

病害	重点组织和线索	对策
褐锈病 <i>Puccinia melanocephala</i>	叶片锈斑；与橙锈病鉴别	适地抗性品种与监测，必要时依登记防治
橙锈病 <i>Puccinia kuehnii</i>	叶片孢子堆及实验室鉴别	关注品种和流行环境，监测功能叶损伤
梢腐类病害 <i>Fusarium</i> spp.	幼叶、顶端和茎部变形腐烂	鉴定病原并排查环境伤害
凤梨病类种段腐烂 <i>Ceratocystis paradoxa</i>	新植或补苗种段腐败	健康材料、适宜萌发环境和经验证处理
其他叶斑病	斑块分布和病原确认	按功能叶损伤和流行风险决定干预

二 肥害药害和生理性黄化也会形成病样斑块

喷施重叠、药液飘移、局部高盐肥带和灌水不均可能产生沿作业轨迹分布的症状。与传染性病害相比，发生时间及边界形状常提供重要线索，但不能单凭整齐边界排除病害。保存最近一次作业的产品、浓度、天气和设备记录，并在症状刚出现时取样。

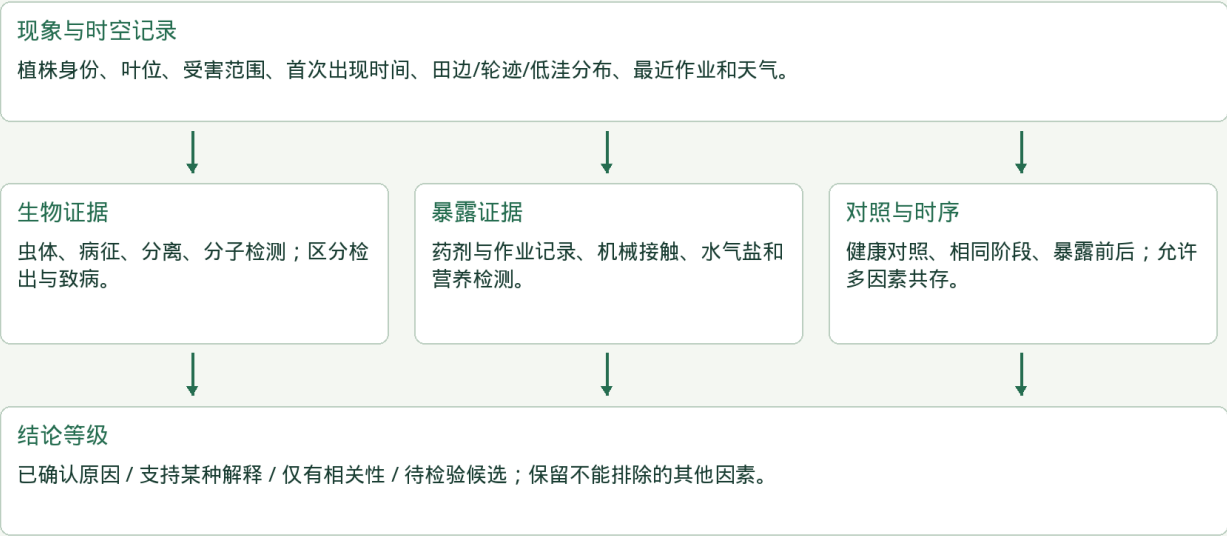
病害诊断需把正常衰老、缺素、根区胁迫和病原共同列入候选。不要先认定缺钾，再用施钾后的叶色恢复作为循环证明。一个处理可能同时补水、补盐和改变环境，只有适当对照才能解释原因。

表17-2 相似症状的快速分流

现象	优先核查	下一步
整条喷幅黄化	重喷、漏喷、混配和药害史	保留药液与作业记录，比较未处理边缘
低洼处普遍黄弱	积水、盐分、根病	水位和根土配对检测
随机病株逐渐增加	种源或传播性病害	病原检测与扩散图
老叶先出现规则症状	营养与自然衰老	规范叶样检测，排除根系障碍
突然整区萎蔫	供水中断、极端天气和操作伤害	核查时间线，必要时并行病原检测

相似症状不能直接合并成同一病因

以黄叶、枯心、矮化或倒伏为起点，形成可检验的解释。



结构与关系示意；非现场诊断、非定量结果；全部待审核。

R3G03 · 相似症状证据诊断
既有诊断结构图；来源：R3原稿G03，保留原出处

RT18 食根食芽地下害虫

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 挖查虫体比单看地上弱苗更可靠

蛴螬、白蚁、金针虫、蝼蛄和部分地区的水虻类幼虫可伤害根、芽或地下组织，但种类与重要性因蔗区而异。弱苗、倒伏和易拔起只是调查入口；应在受害中心、边缘和正常区采用相同土样尺寸挖查，记录虫种、龄期、密度、取样深度及根芽损伤。[16]

蛴螬类幼虫需要进一步鉴定，不同种的发生期、土层分布与防治窗口并不相同。白蚁活动与木质残体、土壤及水分有关，但看到白蚁不等于证明其造成主要减产。金针虫等对种段和幼芽的影响也应与成熟宿根根系损失分开。

表18-1 主要地下害虫的分项应对

类群	现场证据	管理方向
蛴螬 Scarabaeidae幼虫	食根、虫体和根损伤对应	鉴定种龄；按预测和本地登记措施抓窗口
白蚁 Termitidae等	虫道、组织取食与活虫	确认主要危害；管理病残与水分；针对性治理
金针虫 Elateridae幼虫	种段或芽损伤及细长幼虫	新植补苗重点调查，先评估发生风险
蝼蛄 Gryllotalpidae	土道及切断幼苗	调查活动带，减少盲目全田处理
甘蔗水虻类 Inopus spp.	地区性根部取食和衰退	按澳大利亚等当地体系诊断，不推定国内发生

二 防治窗口依赖虫龄和根区可达性

地下害虫处于较深土层或大龄阶段时，一次地表施用未必接触目标。化学、生物和栽培措施的有效性受到虫龄、湿度、土质和施用位置影响。检出虫体后先评估活虫密度和新增损伤，再选择当地允许且经验证的措施。不能以“地下害虫”这一总称配置一套全国通用药量。

生物防治需核实菌株或生防因子、目标虫种和田间效果。澳大利亚对食根害虫的病毒等生防研究，不能写成已普遍可用且保证有效的商品方案。[26] 采用任何新产品都应保留未处理或标准处理对照，同时记录天敌与非目标影响。

表18-2 地下害虫调查与试验

环节	标准化内容	输出
土样调查	同面积深度，分区重复	虫数每平方米或每土样，不能混用
损伤量测	根被咬、芽缺损与活虫配对	受害莖率和严重程度
处理验证	相同虫龄与初始密度，独立小区	存活虫量、恢复和再侵入
生产结局	缺株、有效茎、产量和费用	经济损失与防治收益

地下食根食芽害虫：定位损伤与虫体

根必须追溯到茎节根带，芽必须追溯到茎节芽眼。

芽部 节位、芽缺损、蛀食或腐烂；挖样损伤另记	根部 根带至根尖的受害位置；保留受损根与附近土样
虫体 虫龄、鉴定和地点；幼虫/成虫不能随意混配	结果 出苗与成茎连续观察，不能只按一次虫数判断损失

结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q05 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT19 螟虫及其他钻蛀害虫

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 枯心与后期蛀茎对应不同损失

早期钻蛀可能造成枯心和幼苗死亡，后期蛀茎则可能降低单茎质量、糖分或抗倒伏能力。被蛀茎仍可能被计为有效茎，因此只数茎数容易漏掉损失。枯心也可能来自其他昆虫、病害或机械伤，应剖查蛀道、虫粪和虫体后鉴定。[16, 24]

中国和亚洲蔗区常见的Chilo等类群、巴西的Diatraea类群以及南非Eldana saccharina，不能互换发生规律和防治阈值。介绍国外经验时，应先写清目标种、气候和生育阶段，再讨论监测、寄生蜂或其他措施是否有本地试验基础。

表19-1 钻蛀类危害的调查重点

类型	主要指标	应对
苗期枯心	新增枯心苗率，剖查虫体	按当地虫情预报处理低龄暴露窗口
中后期蛀茎	受害茎率、蛀节率和蛀道	综合品种、监测和当地登记措施
南非Eldana	目标虫种、胁迫与茎部损伤	采用SASRI地区性综合管理框架
巴西Diatraea	鉴定与寄生率、蛀节情况	当地生物防治与监测配套
其他钻蛀或象甲类	虫体和受害组织鉴定	不能套用螟虫统一方案

二 把监测与作业时机结合

卵和低龄幼虫尚未深入组织时，部分防治措施更有机会接触目标；进入茎内后，简单增加喷量不一定提高效率。性诱监测反映的是特定虫种和阶段，诱到成虫数量不能直接等同田间蛀节率。应结合田间解剖调查和当地验证的预报规则。

SASRI的Eldana资料强调品种、胁迫管理、监测和防治方式配合。[24] 干旱与营养失衡可能改变受害风险，但用灌溉替代所有虫害防治同样缺乏依据。生物防治还需要合适释放时机与质量控制，不能以释放过天敌作为已控制害虫的证据。

表19-2 防治效果的完整评价

指标	记录口径	注意
枯心苗率	受害苗数除以调查苗数	固定时期，区分旧枯心与新增
蛀节率	被蛀节数除以调查总节数	抽样茎不能只挑病茎
寄生率	规定样本和鉴定方法	寄生率高不必然达到经济控制
收获损失	净蔗重、糖分、倒伏与漏收	同时检验质量和数量

钻蛀害虫：茎秆损伤与虫道对应

出现枯心或孔洞后，先查虫体和虫道，再判断对象。

地上症状 枯心、折梢、孔洞等分别记录器官和节位	茎内证据 纵剖/横剖定位虫道、虫粪和虫体，不只拍外孔
身份与时期 按物种记录适用生活阶段，不能统一编造蛹期	追踪 受害节间、有效茎、品质和收获损失连接到同一小区

结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q06 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意图；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT20 植物寄生线虫

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 根结与根腐症状并不能代表所有线虫

根结线虫Meloidogyne spp.和根腐线虫Pratylenchus spp.等可以损害甘蔗根系，但重要种和危害程度随地区、土质及品种变化。某些线虫可在根内活动，单独检测土样可能低估；某些根瘤或褐斑也需要鉴别。调查应同时收集根和根际土，并按实验室要求避免暴晒、干燥和不适当保存。[15]

线虫数量应注明每克根、每单位土体或每份土样等口径，提取方法和时间也要保存。不同实验室或不同方法的数字不能直接使用相同阈值。虫量低也不能自动排除早期已造成的根系损伤；一次取样应结合生育期和空间分布解释。

表20-1 主要调查对象

类群	典型调查方向	管理
根结线虫	根结、根内卵或虫体、土样	抗性或耐性材料及经核实非寄主轮作
根腐线虫	根内病斑和虫体；土根同测	轮作、健康材料、土壤环境与当地措施
其他寄生线虫	种级鉴定及根际密度	按目标种而非总线虫数决策
自由生活线虫	与植物寄生线虫区分	不能把所有线虫都作为防治对象

二 轮作和土壤改良需要目标种验证

一种轮作植物可能抑制某线虫，却适合另一线虫繁殖。选择轮作作物时，要核实品种与线虫种的寄主关系，并考虑杂草作为替代寄主。改良有机质可能改变根区生态，但不能直接等同“杀灭线虫”。化学或生物产品的使用需依据当地登记与田间证据。

线虫试验常面临田间分布不均。处理前先测初始虫量，按空间梯度设区组；取样时按相同路线混合多个点，同时保留根样。连续宿根研究应比较处理后虫量、根系功能、病害复合及产量，不把虫量下降百分比直接称为增产百分比。

表20-2 线虫试验的数据链

环节	记录	解释
初始条件	种类、密度、土质、根量	评估各小区是否可比
处理后	同方法土根计数	判断种群变化
根系	根长、病斑、新根与水分状况	连接虫量与吸收功能
收获	有效茎、蔗糖产量与费用	确认是否产生经济效益

线虫：土样、根样与鉴定共同判断

线虫不属于昆虫；不把根上的普通土粒标成线虫。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q07 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT21 刺吸式害虫及其他动物危害

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 直接取食与传播病原需要分别管理

蚜虫、粉蚧、介壳虫、粉虱和部分叶蝉或飞虱类可通过吸食造成损伤，某些种还与特定病原传播有关。只有完成害虫与病原鉴定，才能判断是否存在传播关系。不能把所有刺吸式昆虫都称为甘蔗病毒或植原体的媒介。[15, 16, 23]

巴西根部沫蝉Mahanarva fimbriolata是重要的地区性案例。其若虫与根区环境相关，残体和湿度管理可能与发生相互作用。此类经验用于认识区域差异，不应据此认定中国蔗田中的泡沫或弱苗就是同一种害虫。

表21-1 主要对象和应对方向

对象	调查指标	应对
蚜虫	种类、虫量、蜜露及相关病原	保护天敌，监测传播风险，按本地规程防治
粉蚧和介壳虫	叶鞘或茎部虫量与群落	健康材料，减少扩散，针对性处理
粉虱及叶蝉飞虱类	鉴定、活动期和受害分布	结合直接损失或已确认媒介风险
沫蝉	若虫、成虫和根区湿度	适用地区的监测与综合防治
螨类	叶面取食斑、虫态与天气	鉴定后保护天敌并控制局部暴发
鼠害与牲畜	咬痕、断茎、踩踏和活动路线	田边栖息环境与物理防护，合法综合治理

二 经济阈值是随条件变化的决策值

巴西2004—2005年两块田、6个重复的研究，按当时投入价格估计根部沫蝉的经济损害水平。不同试验和防治处理得到约1.7—3.2头/米的数值。[25] 这些数字反映特定品种、收期、价格和防效，不能成为2026年所有蔗区的统一开药阈值。

阈值需要把预计损失、防治费用、价格、防效和作用速度连接起来。生物防治起效较慢时，行动时点可能早于观察到严重损失时；但这仍需当地监测体系支持。鼠害和牲畜践踏同样应记录实际损伤面积与边界，不能把田边损失平均外推到全田。

表21-2 巴西沫蝉历史经济损失水平 文献[25]

试验	处理类别对应估计值 头/米	使用边界
试验1	2.5 与 3.2	RB855536；当时防治成本约117美元/公顷
试验2	2.0 与 1.7	不同田龄和处理背景；非当前处方
本地应用	不直接照搬	重新核实虫种、成本、防效、收期和蔗价

本书保留历史阈值作为方法案例，不列历史药量作为当前用药建议。具体登记、禁限用要求和人员防护应在实施前按当地最新规定核验。

刺吸害虫与其他动物：损伤不能混为一类

逐种识别与部位记录优先；本图只说明检查路径。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q08 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意图；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT22 收前收后水分衔接与微喷管理

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 收前灌水同时影响本茬和下一茬

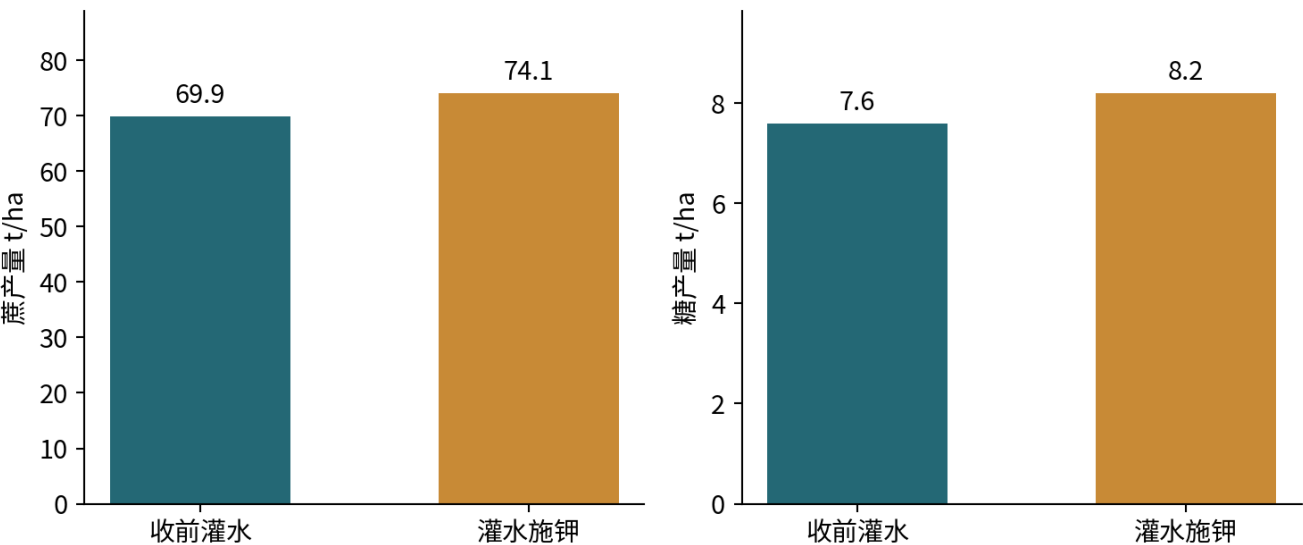
收前补水可能改变地下芽和根区条件，也可能改变成熟、糖分、倒伏风险与机收土壤承载力。判断是否值得实施，需要把本茬糖产量和收获作业一并纳入。若为促芽把田块灌得过湿，随后轮压损失抵消苗数优势，就不能认定方案成功。

微喷的名义出水量不等于芽位获得的水量。冠层截留、风漂移、喷头堵塞、行间遮挡和土壤入渗差异都会影响均匀度。应布设接水容器，并在喷后检查不同位置和深度的土壤含水量。叶片湿了不能证明地下芽已经得到适宜补水。

表22-1 与收前灌水施钾有关的印度试验 文献[12]

处理	宿根蔗产量 t/ha	糖产量 t/ha	相对原对照
收前灌水	69.9	7.6	蔗 +8.7%；糖 +5.55%
灌水施钾	74.1	8.2	蔗 +15.21%；糖 +13.9%

Lucknow，2003—2005及2004—2006两个周期，研究涉及收前约1个月立蔗灌水与施钾，报告66 kg K/ha。此处为元素K，不能误写成66 kg K₂O/ha。已核对原始摘要，未取得完整设计和全部数据表；对照原始均值、重复数及水量不自行补造。



RT_12 · 图22-1 印度收前灌水及灌水施钾研究的宿根产量，按[12]原始摘要重绘。两面板单位不同；直接比较的显著性未核实，不添误差线。

原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 这项研究支持继续试验而非直接套方

按报告的均值计算，施钾灌水比单独灌水的蔗产量高约6.01%，糖产量高约7.89%；这是本书的算术比较，摘要不足以确认这两个直接比较是否显著。相对原对照15.21%的增产不能全部归给钾，因为单独灌水也有响应。[12]

用户方案采用磷酸二氢钾和硫酸钾，包含磷、钾以及伴随离子，肥源与剂量条件不同。试验需有等水量清水对照，记录收前芽萌动、收后伤芽、有效茎和糖产量。对于灌水次数或单次水量尚不明确的部分，本书保留记录项，不代替用户补写。

表22-2 微喷运行与农艺联合检查

环节	核查内容	决定
实施前	天气、收期、糖分、根区水分和排水	是否适合补水
设备	实际流量、压力、过滤和均匀度	是否需要维护或重新布设
施用中	每次水量、产品量、时间与风	保持处理可重复
施用后	芽位湿润、积水和盐分异常	调整频次，不机械追加
收割前	承载力、轮迹规划和芽状态	确定作业窗口

灌水量以立方米/亩和等效毫米同时记录：1立方米/亩约等于1.5毫米水深。是否足够应由根区水分、蒸发耗水和有效降雨判断，不以“淋到叶片滴水”为标准。

RT23 磷钾氮营养及施肥方式

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

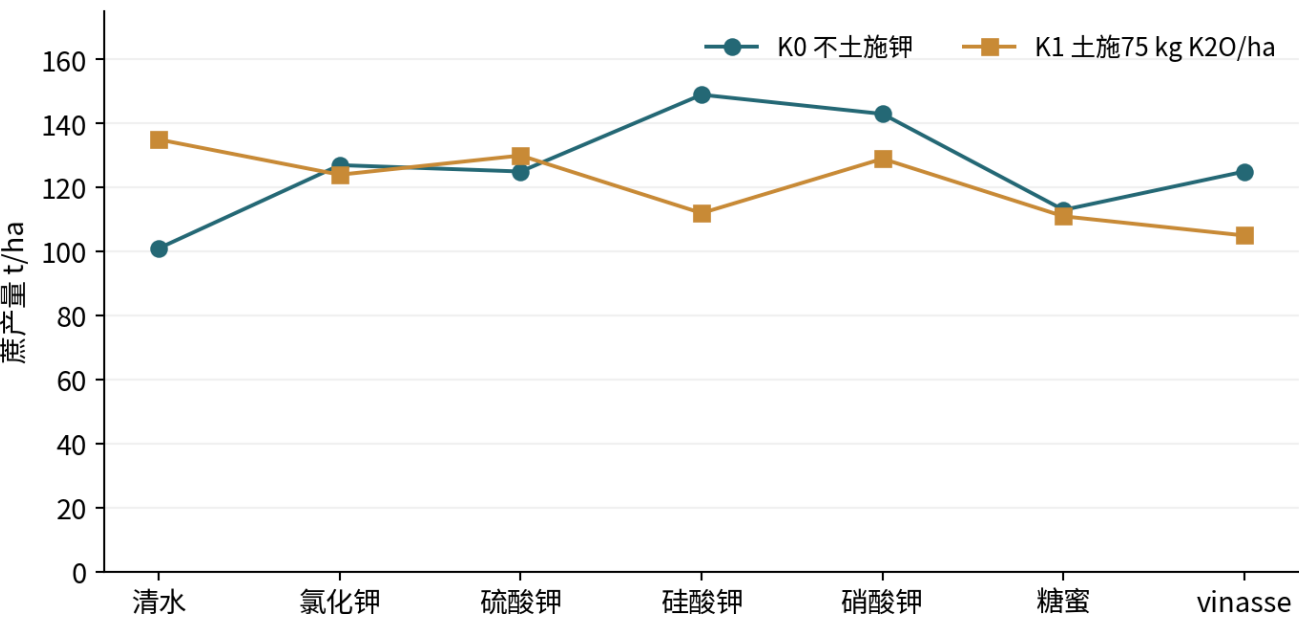
一 先明确元素单位与产品标签

氮磷钾的作用各不相同，缺少其中一种可能限制生长，但超过作物需求继续追加不保证增产。磷和钾肥标签常以P2O5、K2O表示，研究有时使用元素P、K。比较国际试验与农场配方时必须统一单位，再考虑肥源、施用位置和时机。

用户提出每亩磷酸二氢钾1公斤、硫酸钾2公斤。若产品标签分别为0—52—34和0—0—50，则一次合计P2O5为0.52公斤/亩，K2O为1.34公斤/亩，折元素K约1.11公斤/亩，即16.68公斤/公顷。这仅为标签假设下的计算；实际产品含量、纯度及累计次数须以实物标签和记录替换。

表23-1 用户配方的条件性换算 不是施肥推荐

项目	计算依据	结果
磷酸二氢钾	1 kg/亩 × 52% P2O5	0.52 kg P2O5/亩
两种肥料的钾	1×34% + 2×50%	1.34 kg K2O/亩
折元素钾	K2O × 0.8301	约1.11 kg K/亩
折元素磷	P2O5 × 0.4364	约0.227 kg P/亩
与印度剂量比较	66 kg K/ha ÷ 15	4.40 kg K/亩；不是同剂量



RT_13 · 图23-1 泰国土施钾背景改变叶面处理的蔗产量响应，按[20]表3重绘。线仅帮助比较同一土施背景，不表示连续剂量关系；统计见表23-2。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 土壤供钾改变叶面补钾的效果

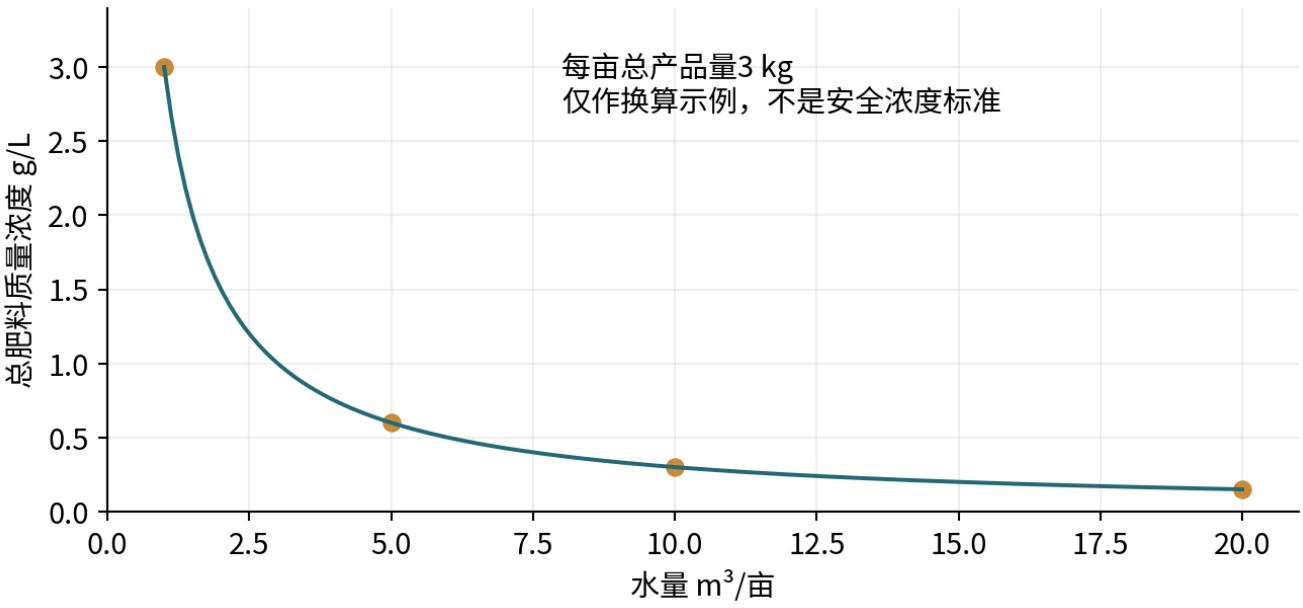
泰国KK3第一宿根试验采用2×7因子、3个区组，土壤供钾为0与75公斤K₂O/公顷；5月龄进行不同叶面处理。
[20] 这里的“0”是该土施处理不加钾，不是土壤本身没有钾。各叶面肥含有不同伴随元素，不能将其差异全部归于钾。

原试验蔗产量存在显著交互作用，而有效茎数对土施、叶面及交互作用均未检出显著差异。它直接提醒我们：补钾的结果依赖基础营养，产量变化也不一定来自有效茎增加。该试验是5月龄叶面施用，不是收前地下促芽试验。

表23-2 泰国第一宿根产量 文献[20]表3和表4

叶面处理	蔗产量 K0/K1 t/ha	糖产量 K0/K1 t/ha	解释
清水	101 e / 135 ab	13.0 g / 17.6 abc	土施背景不同
氯化钾	127 bc / 124 bcd	16.9 bcd / 16.9 bcd	不等于稳定提高
硫酸钾	125 bcd / 130 bc	16.3 cd / 16.7 bcd	需按字母判断
硅酸钾	149 a / 112 cde	18.2 ab / 15.4 def	方向随土施背景改变
硝酸钾	143 ab / 129 bc	18.7 a / 17.4 abc	氮与钾作用未分离
糖蜜	113 cde / 111 cde	14.3 efg / 14.4 efg	不能等同纯钾处理
酒精废液 vinasse	125 bcd / 105 de	15.8 cde / 13.9 fg	成分与水质需独立评估

K0、K1分别为不土施钾和土施75 kg K₂O/ha；同一产量指标跨14组合比较，共同字母表示Duncan P<0.05未检出显著差异。蔗产量土施主效应P=0.17、叶面主效应P=0.07、交互P<0.01；糖产量相应为0.79、<0.01、<0.01。



RT_14 · 图23-2 每亩3公斤总产品量在不同水量中的质量浓度。纯计算示例，不是田间试验结果或推荐安全浓度。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

三 用量浓度时机和位置分别控制

三公斤肥料溶于W立方米水，总肥料质量浓度为3/W克/升。W为1、5、10、20时分别为3、0.6、0.3、0.15克/升；这些是计算示例，不是安全浓度标准。溶解性、灌溉水硬度、混配沉淀、叶面滞留及根区盐分均需检查，必要时先做小范围兼容性与作物反应观察。

氮肥应服务于完整生育期需求。为追求收前地下芽提前萌动而随意增加氮，可能影响成熟与作业安排。收后氮磷钾施用应结合土壤检测、目标产量、前茬投入和当地推荐，并把养分总量计入跨茬收支。

RT24 蔗叶覆盖杂草与土壤表面管理

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 覆盖的收益随气候和排水改变

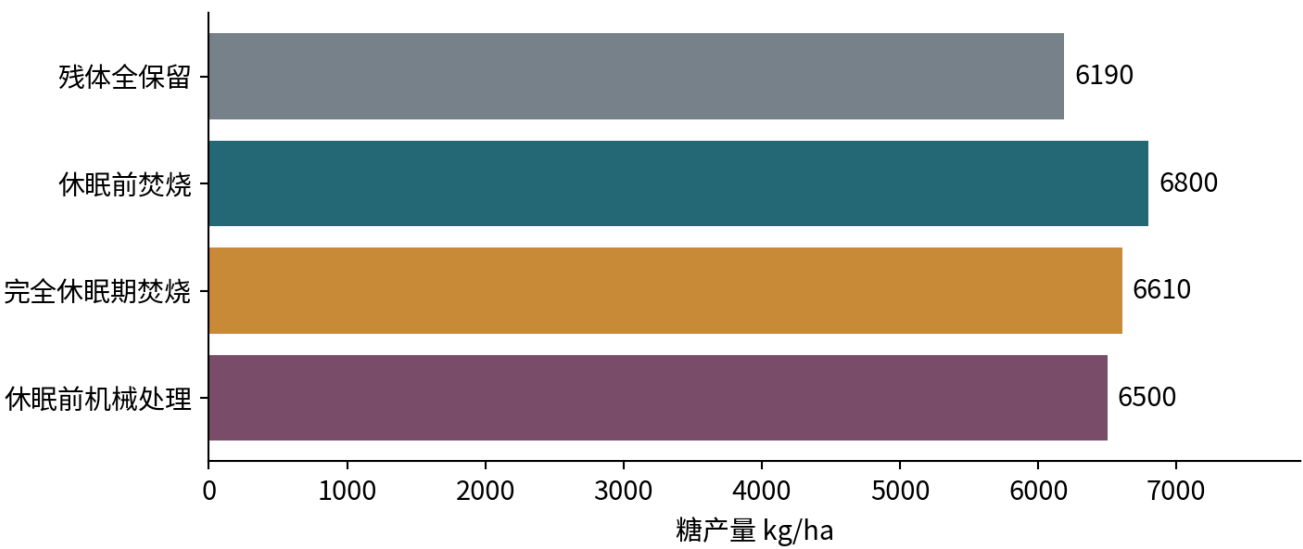
蔗叶覆盖可影响蒸发、温度、入渗、侵蚀、杂草和生物活动，也可能在寒冷潮湿条件下延缓建立或改变害虫环境。管理对象应是残体数量、分布和时机，而非简单的“全部保留”或“全部清除”。可以比较行上移开、行间保留等方式，兼顾芽的出土通道与土壤保护。

美国路易斯安那跨第一至第三宿根的研究表明，不同时期处理残体的结果不同。[17] 下表是糖产量，不能误标为原料蔗产量。历史焚烧处理作为试验结果介绍，不构成本书对焚烧的推荐；实施必须符合当地规定，并优先评估机械移行等替代方式。

表24-1 美国残体处理的糖产量 文献[17]

处理	糖产量 kg/ha	与全保留相比
残体全保留	6190	基准
休眠前焚烧	6800	+610 kg/ha
完全休眠期焚烧	6610	+420 kg/ha
休眠前机械处理	6500	+310 kg/ha
春季焚烧	原文报告少440	原料蔗另减少3.4 Mg/ha

表内绝对差由原文均值或摘要直接比较；并不表示每一个两两比较均显著。试验包含不同土壤和宿根茬次，不能把汇总值当作本地田块预测。



RT_15 · 图24-1 路易斯安那残体管理研究的糖产量均值，按[17]重绘。历史焚烧处理不构成当前推荐；两两显著性不由柱长判断。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 覆盖和杂草管理应共同评价

覆盖可能压制部分杂草，但难以替代所有杂草管理。多年生地下器官杂草、行间大株杂草和补苗空档需单独调查。除草要避免药液接触敏感芽苗、重叠喷施和飘移；机械除草要防止切根和埋苗。具体产品、作物阶段及剂量必须按当地登记执行。

南非Pongola称重蒸渗仪研究中，覆盖处理的季节蒸散量平均比裸地低约21%（新植）和12%（第一宿根），蔗产量差异未显著。[22] 试验仅3个蒸渗仪、每种处理一个，独立重复有限。蒸散减少不等于水泵取水量必然同比下降，更不能同时声称固定节水和固定增产。

表24-2 覆盖与杂草系统的比较指标

方面	量测内容	决策用途
残体	干物质量、覆盖率、行上行间分布	明确实际处理
微环境	芽位温湿度、积水和出土阻力	解释出苗差异
杂草	种类、密度、生物量及再生	选择针对性方法
生物风险	地下害虫与病株分布	识别覆盖的条件性代价
收获	净蔗、糖分、费用和侵蚀风险	比较系统收益

RT25 品种种源补苗与更新轮作

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 宿根能力应按多茬经济产量评价

品种的芽数、分蘖、根系、抗病性、抗倒伏与糖分共同影响宿根表现。高苗数可以弥补单茎较轻，也可能在环境受限时形成较高死亡率。选种应优先使用本地多点多茬资料，核对收期、病害和机收适应性；某国高产材料不能直接作为另一气候区的推荐。

日本Harunoogi与NiF8的连续试验已在第3章列出。Harunoogi第一宿根蔗产量117.2吨/公顷，NiF8为71.9；第二宿根分别109.7和74.6。[10] 这些差异展示遗传材料的重要性，但跨年汇总不能分解出单一“多芽基因”的贡献。

表25-1 种源和品种的选择维度

维度	需要资料	淘汰或调整信号
宿根稳定性	多茬有效茎、单茎重、糖产量	连续衰退且无法由管理解释
健康	种源检测、当地主要病害抗性	供种链不清或重要病原阳性
机收适应性	倒伏、蔗蔸牢固、破蔸和漏收	高产但收获损失大
气候适应	低温干旱积水及收期资料	与当地收获窗口不匹配
经济性	种苗和管理成本、糖厂要求	增产不足以补偿新增费用

二 补苗不是所有缺株的经济答案

缺株长度、空间分布和原有群体补偿能力决定补苗价值。小而分散的空缺可能被邻蔸利用；长段连续缺株则更可能形成稳定损失。补苗应使用健康适地材料，保证水分与管理同步，并记录成活和最终贡献，不能以补下去的株数代替有效补足量。

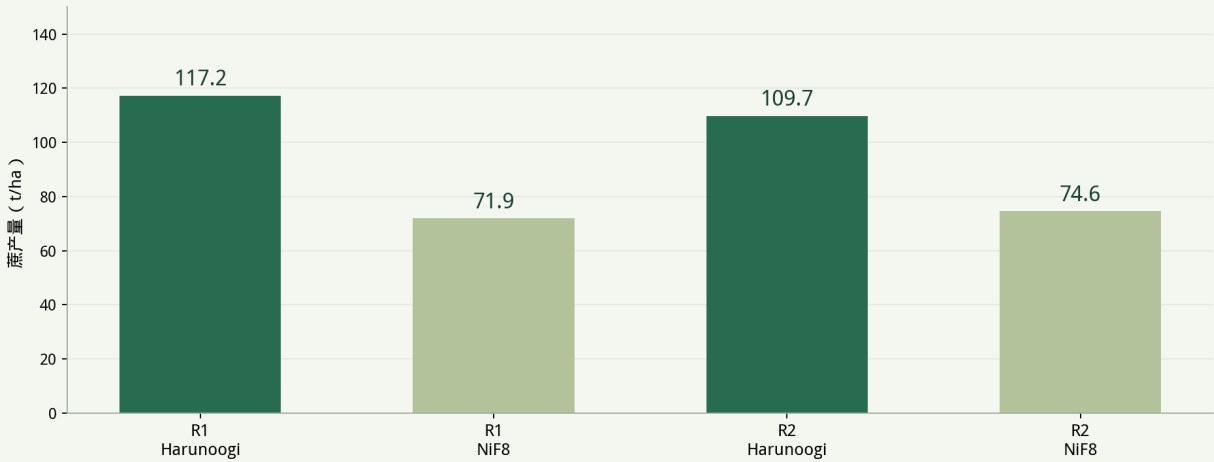
更新或轮作的决策需要比较继续留宿根与替代方案在同一时间范围内的净收益。轮作可能改善某些病虫、杂草或土壤问题，但其效果取决于作物寄主关系与操作；不能把轮作定义为无条件消除土传病害。新植同样存在建立成本和失败风险。

表25-2 保留补苗更新的比较

选项	适用前提	主要核算
继续留宿根	健康群体仍具生产能力	预期产量与维护投入
局部补苗	缺株集中、原蔸健康且水分可保障	补苗成活、补偿产量和管理成本
更新新植	老蔸或病虫结构性问题突出	建立成本、停产时间和新植收益
轮作后新植	目标病虫或土壤问题有适用证据	轮作收益、寄主风险和恢复时间

品种的宿根表现：分别看每一季

JIRCAS/NARO当地品种试验；不同茬次汇总年份不同。



R1为3年均值，R2为2年均值。不同汇总范围不能当成统一环境下的老化曲线。
来源 L09 原表；原报告统计说明见链接，本图不新增误差线或跨季显著性。

D10·品种的宿根表现：分别看每一季
发表数据重绘；来源：L09

RT26 综合防治生物投入与生长调节研究

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 综合管理首先解决主要限制因素

一块田可以同时存在干旱、压实和病虫，但增产应先识别最限制群体建立或单茎生长的因素。把灌水、菌剂、叶肥、调节剂和深松一次全部加入，即使产量提高，也无法确定哪部分必要；投入过多还可能降低净收益。

综合管理可以分为基础卫生与种源、环境和交通控制、监测诊断、针对性干预以及效果复核。组合试验需设置常规对照和关键单项处理，检验是否存在协同或抵消。不能把分别来自不同国家的增产百分比相加，宣布综合方案的预计增产率。

表26-1 不同投入的证据要求

投入	最低验证内容	常见误判
微生物菌剂	菌株批次、活菌量、定殖与田间重复	把平板抑菌等同田间防病
有机投入	养分、盐分、成熟度与施用量	把有机来源等同无盐害
生长调节剂	成分、剂量时机、作物登记与完整结局	把短期伸长等同增产
生物防治天敌	目标害虫、质量、时机、寄生或控制效果	把释放数量当防治效果
复合套餐	各成分或关键组分对照和总成本	把组合收益归给单一产品

二 微观机制不能替代田间效应

第2章的转录组和激素研究可提出候选通路，但离体芽、温室截茎与田间宿根有明显差别。[4, 6, 7] 用外源材料影响某条通路可能同时改变其他生理过程，剂量反应也可能非线性。因此，从基因表达推导产品配方，需要独立的功能验证、剂量试验和跨茬评价。

对新投入可采用分阶段筛选：先检查材料与作物安全及可操作性，再开展小区试验，获得稳定效果后做多点扩大。扩大试验应保留标准处理，记录失败和无效地块。只有正结果的展示田不能估计农户采用后的平均收益。

表26-2 从候选机制到推广的证据链

阶段	核心问题	通过条件
机制探索	是否改变目标过程	独立样本与可重复方法
小区验证	能否改善群体或产量	随机重复、清楚对照和不良反应记录
多点多茬	在哪些条件下有效	环境交互与稳定性
经济评价	增益能否覆盖投入	完整成本和价格敏感性
生产采用	执行条件是否可复制	明确适用边界与监测办法

用户微喷水肥方案：跨收获验证链

原方案作为待验证假设保留；没有预填增产率或安全浓度。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D13·用户微喷方案的证据链

原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

RT27 中国不同蔗区的应用条件

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 按水热地形和收获系统划分问题

中国蔗区内部差异很大。广西部分丘陵雨养田、云南不同海拔田块，以及广东海南等不同水热与台风背景的蔗田，不能使用同一灌水、留桩和留宿根年限规则。分区应依据实际低温、干旱、排水、土层、机具与品种，而不只依据省界。

云南开远切深试验为本书提供了直接宿根产量证据。[2, 3] 它说明有必要研究芽位和根系，却不是全国机收深切规程。对本地推广，应至少增加机收条件、不同土质和多个品种，并同步记录破篋与压实，避免只复制最高产处理名称。

表27-1 中国蔗区常见情景与优先任务 情景框架

情景	优先调查	优先对策
冬春收获且偏冷	芽位土温、霜冻、覆盖与收期	适地品种和收期；分区覆盖及灾后复查
旱坡雨养	土层、蓄水、侵蚀和供水成本	保水与交通控制，验证补水经济性
低洼或排水受限	水位、滞水层和根腐	先改善排水，避免湿土机收
台风或强风影响	倒伏拔篋与收获损失	品种和收获顺序，稳篋与排水
大规模机收	行轮匹配、破篋、运输路线	固定交通和质量验收

二 建立可比较的本地试验网

同一方案在多个县或农场使用时，要统一肥料单位、收获口径和出芽定义，但保留土壤、天气和机具差异。以田块为验证单位，用同田随机区组减少背景偏差。不同农户各做一个处理，不能直接将农户数量当随机重复。

用户微喷配方宜先在有供水、排水和正常收获条件的地块验证。若地点、品种、剂量频次和水量尚未确定，则不能给出本地最优操作日程。本书第32章提供可以直接填入这些参数的试验方案。

表27-2 本地推广前的数据门槛

问题	所需证据	未满足时的表述
是否促芽	收前地下芽的随机取样	初步观察，不称已证实
是否增有效茎	出苗存活至成熟的跟踪	短期苗数增加
是否增产增糖	独立小区净测产与糖分	尚未完成产量验证
是否划算	当季与宿根合计净收益	技术可行但经济性未定
是否可复制	多点多茬及不同收获条件	限定当前地点和年度

国别经验进入本地试验前先对条件

比较的是品种、环境、操作和终点，而不是国家名称。



结构示意图，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q09 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意图；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT28 印度与泰国的研究对策

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 印度冬季宿根研究重视建立期衔接

Lucknow收前立蔗灌水施钾研究与用户思路接近：在本茬收割前改变根莖营养水分状态，观察冬季起始宿根。[12] 其价值在于把收前管理和下一茬连接起来。但研究地点、剂量、肥源和水分背景与用户方案不同，原始摘要也不足以还原全部操作规程。

印度研究中的66公斤元素K/公顷，约相当于79.51公斤K₂O/公顷；如果把它误读为66公斤K₂O，比较配方就会产生偏差。该研究没有在本书已核对资料中证明“磷酸二氢钾加硫酸钾”优于单独灌水的全部机制，因此不能把它作为用户配方的直接验证。

表28-1 三类亚洲试验回答不同问题

研究	主要设计或背景	可支持的结论
印度收前施钾 [12]	两个作物周期；收前灌水与K	收前水钾管理值得做跨茬研究
泰国干旱 [19]	6基因型，4重复，新植及第一宿根	停灌时段改变生长过程与恢复
泰国补钾 [20]	2×7因子，3区组，KK3第一宿根	土施背景改变叶面处理效果

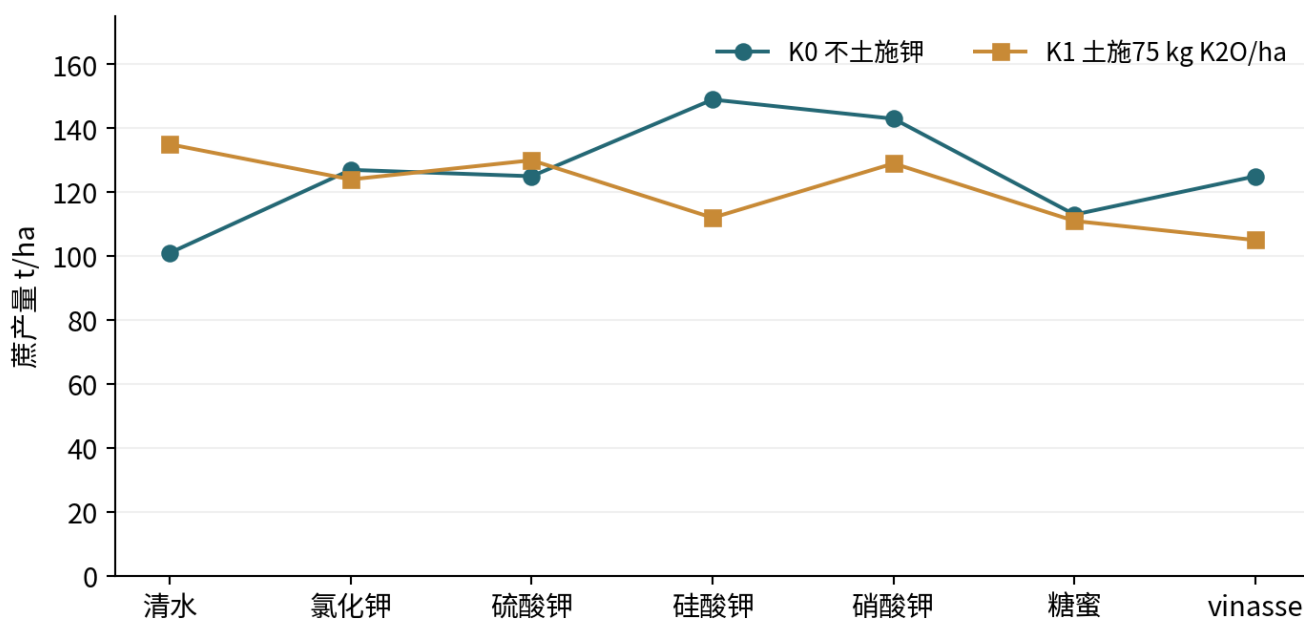
二 泰国同时面对水分营养和健康种源问题

泰国水分试验显示早期干旱对后续生长有持续影响，补钾试验则显示显著交互作用。两者不应被拼接成“先控水再大量补钾必定增产”的方案，因为并未在同一试验中比较这种组合。糖分、株高和有效茎也不能互相替代。

白叶病管理资料另强调健康种苗和检测体系。[23] 一项水肥措施即使提高了短期生长，也不能替代植原体病害管理。推广时应先区分健康群体中的水肥限制与系统感染田的种源问题。

表28-2 从亚洲研究转为本地试验的步骤

待转移内容	先核对	本地验证
收前灌水	气温、成熟、承载力与排水	当季糖分加下一茬产量
补钾	土壤供钾、肥源及元素单位	等水量和适当养分对照
耐旱品种	原试验水分与生育阶段	本地多点多茬表现
健康种苗	目标病原、检测与扩繁条件	复检、再感染和产量收益



RT_13 · 图23-1 泰国土施钾背景改变叶面处理的蔗产量响应，按[20]表3重绘。线仅帮助比较同一土施背景，不表示连续剂量关系；统计见表23-2。

原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

RT29 巴西的交通覆盖与生物防治实践

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 大规模机械收获突出根区保护问题

巴西控制交通研究把行距、轮迹和根系分布放在同一生产系统中评价。[13] 单行控制交通的第3、4次收获绝对产量增量分别为8.2和10.3吨/公顷，双行控制交通相应为18.8和15.7。结果支持系统规划的研究价值，但双行与单行比较包含空间配置差异。

另一个意外碾压研究显示，黏质与砂质土壤的产量响应并不相同。[14] 对中国丘陵或小块田，必须同时评估地形、机具转弯和运输组织；平坦大田的作业模式不能原样移植。

表29-1 巴西案例的转用边界

案例	证据性质	可借鉴与不可直接搬用
控制交通 [13]	田间系统比较	借鉴行轮匹配；不直接采用全部增量预测
意外碾压 [14]	不同土质车辆试验	借鉴土质分层；不设统一损失率
根部沫蝉 [25]	历史经济阈值试验	借鉴成本损失模型；不照搬历史阈值
地区性生物防治	目标虫种和质量体系依赖	需确认当地虫种与适用生防因子

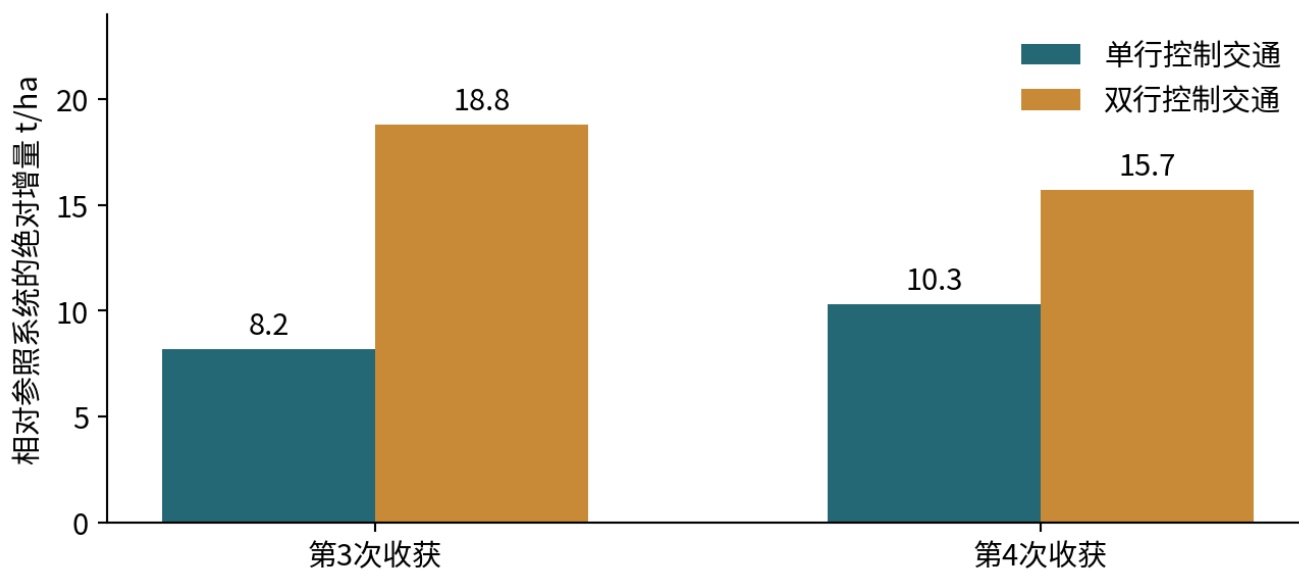
二 残体和害虫管理需要共同设计

保留残体能改变土壤水热和侵蚀，也可能改变部分害虫发生环境。因此，覆盖试验应同步调查虫情，而植保试验也应记录残体。仅因为一种害虫在覆盖田发生，就把所有残体清除，可能带来水土和成本代价；相反，也不能因覆盖有土壤收益而忽略虫害。

巴西沫蝉研究的经济损害水平从1.7至3.2头/米不等，说明阈值本身就是条件性结果。[25] 我们更应学习如何用防治成本、蔗价、预期损失和作用速度计算行动依据，而不是记住一个整数作为永久标准。

表29-2 本地试验应保留的系统指标

系统部分	指标	意义
机械	压行、土壤水分、根区阻力	解释群体与单茎变化
残体	数量、分布、分解和杂草	评价水土与植保作用
害虫	目标种密度、损伤与天敌	判断真正需要的干预
经济	产量糖分、人工燃油和生防费用	比较全系统净收益



RT_09 · 图10-1 控制交通系统相对参照系统的绝对产量增量，按[13]原始研究摘要重绘。未提供可重绘误差范围；双行处理包含行距配置变化。

原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

RT30 澳大利亚与美国的研究对策

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 澳大利亚强调地区诊断和种源卫生

澳大利亚技术体系为宿根病虫害识别、土壤检测和种源管理提供了较系统资料。[1, 15, 16] 其中某些问题具有明显地区背景，例如Pachymetra根腐病和部分水蛇类害虫。引用这些案例应写明发生背景，并由当地鉴定机构确认是否适用于新地区。

湿土和残体试验提醒，早期群体差异与最终产量之间不一定保持固定关系。[8] 这对促芽研究尤其重要：一次出苗调查可以说明建立速度，不能替代收获评价。澳大利亚仍在研究某些地下害虫的生防技术，研发项目不能作为已经验证普适的解决方案。[26]

表30-1 澳大利亚资料的应用层次

资料或案例	主要用途	边界
病虫害图谱 [15, 16]	形成候选诊断和取样方向	不能替代实验室确诊与本地分布资料
健康种源和卫生 [1, 15]	降低系统性病害传播风险	需按本地繁育和处理规程执行
湿土与残体 [8]	追踪建立期至收获的关系	早期苗数不能预测一切
地下害虫生防研究 [26]	识别研发方向	不能列为已上市有效方案

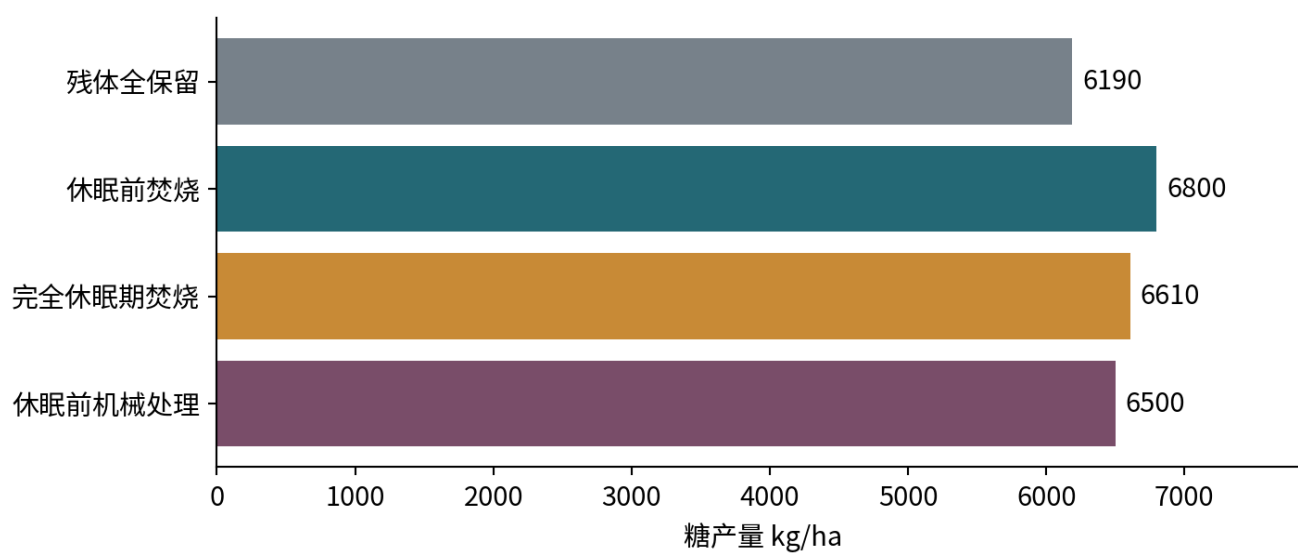
二 美国寒凉收获季的残体时机具有启示

路易斯安那研究比较不同季节的残体处理，表24-1显示休眠前机械处理与全保留的糖产量均值不同，而春季焚烧可能产生损失。[17] 可借鉴的是把温度、休眠或恢复阶段和处理时机纳入设计，不是将历史焚烧处理作为通用农艺。

佛罗里达UF/IFAS的宿根矮化病资料强调诊断和清洁种源。[11] 美国不同州也有不同的病虫、气候和生产制度；把路易斯安那残体结果与佛罗里达病害管理合并介绍时，必须保留各自地点。

表30-2 美国经验的本地化检验

措施	需要匹配的条件	验证指标
残体机械移行	冷湿程度、覆盖量、作业时机	芽位温湿度、损伤及糖产量
种源检测	目标病原和实验室能力	批次感染率与跨茬稳定性
收获安排	成熟期、冻害与承载能力	当季糖收益加宿根恢复
病虫监测	当地虫种和病原分布	针对性干预而非套餐施药



RT_15 · 图24-1 路易斯安那残体管理研究的糖产量均值，按[17]重绘。历史焚烧处理不构成当前推荐；两两显著性不由柱长判断。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

RT31 日本南非与埃斯瓦蒂尼的研究对策

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 日本的品种数据体现多茬评价价值

Harunoogi的案例以新植、第一和第二宿根分别列出茎数、单茎重和蔗糖产量，避免只用首茬表现判断宿根能力。[10] 新植4年、第一宿根3年、第二宿根2年的汇总范围不同，不能把三列当成完全相同年份条件下的单一衰退曲线。

南非研究将灌溉、覆盖和蒸散联系起来；SASRI的Eldana管理资料则强调胁迫与虫害的综合处理。[22, 24] 二者说明管理需同时考虑环境与生物因素，但不能据此拼接出未经组合试验的固定增产承诺。

表31-1 三国研究的不同证据类型

地区	研究内容	设计边界
日本 [10]	品种多茬产量	跨年汇总范围不同
南非 [22]	覆盖与蒸散	3个蒸渗仪，独立重复有限
南非 [24]	Eldana综合管理	地区技术资料，非单一随机增产试验
埃斯瓦蒂尼 [21]	品种土壤收期与宿根能力	商业生产历史数据，观察性分析

二 埃斯瓦蒂尼大样本不能替代随机试验

一项2024年发表的研究分析4个商业生产者2000—2014年数据，涉及5个品种、3类土壤水力分组、3个收获季及新植至第7宿根。[21] 它有助于识别品种、土壤和收期与年化产量衰退的关联，但管理差异和历史条件不一定全部消除，不能把模型贡献直接当作因果增产比例。

原文报告N25的年化蔗产量随茬次下降斜率为-2.74，N36为-1.38，单位按原文年化吨蔗/公顷指标每增加一茬理解。斜率较缓不一定表示绝对产量最高；选择品种还应比较起点产量、糖分和经济性。原文N23部分数字前后不一致，本书未将其纳入数值比较。

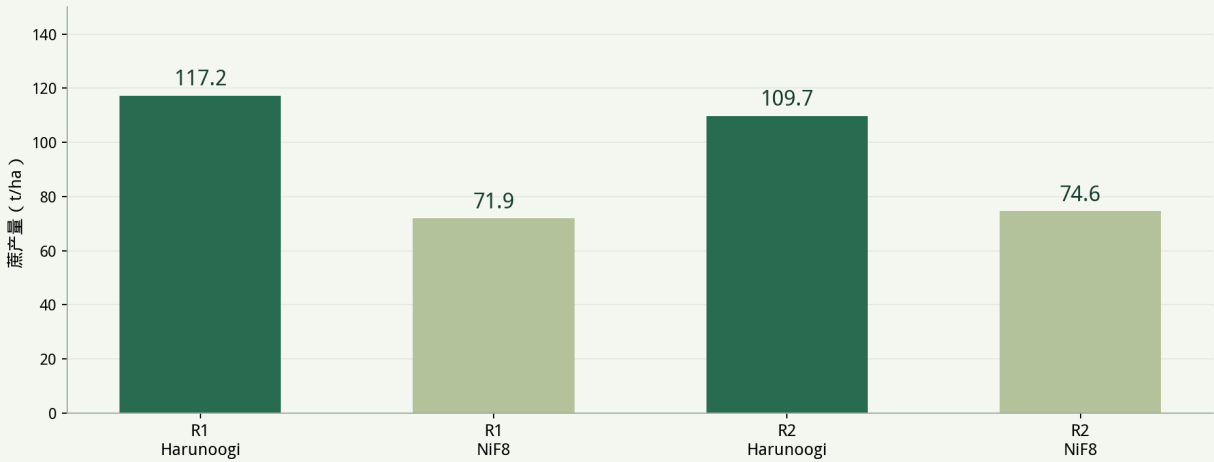
表31-2 埃斯瓦蒂尼观察资料的读取规则

项目	原研究范围或数值	解释
时间和主体	2000—2014；4个商业生产者	反映实际生产异质性
作物周期	新植及7茬宿根	不等于建议所有田都留7茬
品种	N19、N23、N25、N36、NCo376	当地材料，不作直接引种推荐
N25与N36斜率	-2.74 与 -1.38	模型衰退趋势，不是处理增产量
统计贡献	品种27.8%、土壤19.8%等	不作为普适因果权重或增产率

国际比较应学习研究设计与决策方式，同时保留地域限制。本书未覆盖全球每一个产蔗国家，也未进行可穷尽所有文献的系统综述；所列为已核对的重要案例。

品种的宿根表现：分别看每一季

JIRCAS/NARO当地品种试验；不同茬次汇总年份不同。



R1为3年均值，R2为2年均值。不同汇总范围不能当成统一环境下的老化曲线。
来源 L09 原表；原报告统计说明见链接，本图不新增误差线或跨季显著性。

D10·品种的宿根表现：分别看每一季
发表数据重绘；来源：L09

RT32 田间试验设计与跨茬验证

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 先把用户方案写成可检验的问题

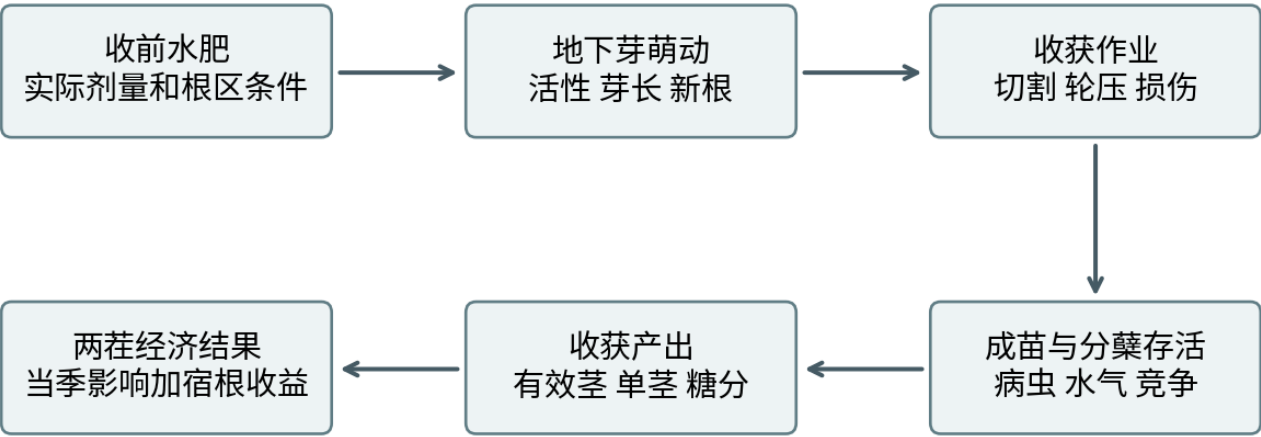
核心问题是：收前约1个月，微喷加入每亩磷酸二氢钾1公斤和硫酸钾2公斤，是否在等水量条件下增加健康地下芽萌动，并在经历实际收获后增加下一茬有效茎、净蔗和糖产量，同时改善两茬合计净收益。这个表述包含促芽、存活、成茎、产量和经济五个连续环节，任何一环都不能被前一环代替。

目前缺少地点、品种、宿根茬次、实际水量、施用次数、产品标签和收获方式。本书将用量记为“拟试验事件的产品量”，要求实施前明确是单次还是整个月累计。若要多次施用，应先确定累计总量，不能未经设计将每次都加同量视为原方案。

表32-1 建议的5处理基础设计 每亩产品量

处理	微喷水量	磷酸二氢钾 / 硫酸钾	回答问题
T0 常规	按现行管理并记录	按现行管理记录	整套新增措施是否优于常规
T1 清水	固定为W	0 / 0 kg	单独补水的效果
T2 单施磷酸二氢钾	同W	1 / 0 kg	该产品加入清水的增益
T3 单施硫酸钾	同W	0 / 2 kg	该产品加入清水的增益
T4 两肥组合	同W	1 / 2 kg	组合是否优于清水和单项

T1—T4构成两种产品有无的2×2因子；T0是另设的常规参照。各处理后续基础施肥原则一致，并记录总养分。该设计不能把MKP中的磷与钾作用完全分离；若研究元素机制，需要增加等钾或等磷对照并处理伴随离子差异。



每个阶段分别测量；前一阶段改善不能代替后一阶段结果

RT_16 · 图32-1 收前微喷方案的完整验证路径。本书原创逻辑示意，不表示已获得全部环节的正效应。
原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 区组独立供水和收获隔离决定试验质量

建议先按地势、土质和原有群体划分4个区组，每区组包含5处理并独立随机排列，共20个小区。4重复是起始设计建议，不是由功效分析得到的保证；正式面积与重复数应结合历史产量变异和希望检出的最小经济差异确定。小区长度与行数须允许实际收割和净区称重，保留边行与喷淋缓冲带。

不同处理必须能独立计量和控制供水，避免侧向径流、喷头重叠和串肥。若设备只能整条主管统一处理，该主管或独立供水单元才是处理随机化单位，不能把同一条主管下的多个测点当作独立重复。机收、运输和称重也必须保留小区身份。

表32-2 建议时间线 以实际收割日H为基准

时点	调查与操作	主要记录
H前约30天	基线调查后实施拟定处理	原群体、芽状态、水肥、天气
处理后7至14天	独立破坏性样段取样	芽萌动、长度、新根、根区水分
H前1至3天	收前复查及本茬糖分取样	芽状态、成熟、土壤承载力
H当天及后1至3天	统一收获并评估新损伤	实际切深、伤芽、破蔸、轮压
H后15、30、45、60天	固定样段连续调查，可按气候调整	出苗、新死苗、缺株及病虫
旺盛分蘖至成熟	记录群体转化并完成净测产	有效茎、单茎、净蔗、糖分、成本
再下一茬	有条件时保持处理身份继续	持续性、累积风险及更新需求

三 预先规定主要终点和异常处理

建议主要农艺终点为下一茬净蔗产量与糖产量，主要经济终点为当季加下一茬增量净收益；有效茎数是关键解释指标。地下芽萌动率、伤芽率、新根和土壤水分作为过程指标。先约定主要比较T4对T1和T4对T0，避免试验结束后从很多指标中挑选唯一显著结果。

暴雨、堵塞、串肥、机械故障和漏收均应记录。不能因为某小区产量低就事后删除；按预先规则处理，并同时说明包含与排除异常值时结论是否改变。若发生全田洪水导致处理失去区别，应报告试验受限，而不是把剩余几行当作原设计继续作显著性检验。

地下取样会破坏蔗蔸，必须安排在专门样段，不能在最终净测产区反复挖蔸后再比较产量。照片、显微样品、检测结果和产量数据使用共同的小区与样品编号，建立可以追溯的证据链。

RT33 试验数据整理比较与证据评价

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 先保留原值再计算变化

每个小区保留原始面积、净重、茎数和糖分指标，再计算单位面积结果。均值、标准差、标准误与置信区间各有含义，不能互换标签。对于原文未说明的误差项，宁可重绘误差线，也不要根据视觉猜测。[2, 20]

有效茎密度乘平均单茎重可以用于解释产量，但正式测产优先采用净区总重。单茎样本需要按预定规则抽取，不能选择最整齐或最粗的茎。跨年平均的茎数与单茎重乘积，未必等于跨年平均总产量，这并不自动说明原表错误。

表33-1 推荐数据表字段与检查

数据层	字段	质量检查
小区身份	地点、年、区组、处理、小区、净面积	唯一编号，无重复覆盖
投入	日期、次数、水量、产品批次、产品量	单次与累计分列
过程	样段、分母、芽苗状态、损伤和病虫	单位一致，不随意删除疑似项
收获	净重、有效茎、糖分方法、漏收	秤校准、含杂和面积检查
统计	模型、对比、效应、区间、P值	报告预设主要比较和全部结果

二 模型应服从随机化和重复层次

随机区组试验应考虑区组；裂区试验的主区和副区需要不同误差层次；同一小区多年观测要处理重复测量相关性。一个小区挖10墩不是10个独立小区，10张同一根切片也不是10株生物重复。试验设计决定哪些比较有效，不能靠增加测点数量补救缺失的独立重复。

比例数据应保留成功数和总数，便于使用合适的二项模型；严重偏斜计数可能需要计数模型。方法选择应结合样本量、残差和设计，由统计人员复核。未达到显著不等于证明绝对无效，应结合置信区间判断是否仍可能存在有生产意义的增益或损失。

表33-2 不同证据的使用强度

证据	适合支持	不宜支持
随机重复田间试验	给定环境下处理效应	所有国家的固定增产率
多点多茬试验	适用范围和稳定性	未覆盖条件的保证
历史生产数据	关联与预测线索	无混杂的因果结论
温室或离体试验	机制和候选过程	直接田间推广剂量
技术指南	诊断和规范流程	未列试验的精确收益
用户观察	提出有价值假设	已证明因果和可复制性

三 汇总国际数据要先判断可比性

本书不计算一个合并的“世界平均增产率”，因为品种、对照、茬次、处理和终点高度不同。切深试验、品种试验与施肥试验分别回答不同问题，把它们放进同一个排名会误导生产。只有干预、对照和结局足够一致，并取得方差和样本量后，才适合考虑正式荟萃分析。

经济计算用增量净收益：两茬新增销售收入减新增水肥、作业、检测和收获费用，再计入可明确归因的损失。若糖厂按质量结算，应使用相应价格规则。盈亏平衡产量为新增总成本除以单位新增净收益价格；价格和成本均须注明日期和来源。

GAKI · 节位校正与全书配图 · Q10

样本层次：测点多不等于独立重复多

独立小区、蔗蔸、根样与显微视野具有不同统计层次。



结构示意，非按比例、非实测图；根数和生长时间不由图中数量推定。

Q10 · 章节内容的观察与判断关系；不是实拍、诊断结果或处理效果证据。
精确位置结构示意；来源：对应章节原有引用；本版归纳绘制

RT34 田间图谱显微图像与机制论证

第三部 宿根甘蔗·宿根36章原文

一 每张图应回答一个清楚的问题

全田图说明分布，蔗蔸剖面图说明芽位与损伤，组织切片说明微观结构，病原定位图说明目标信号所在位置，数据图说明量测差异。这些图互相补充，不能相互替代。真实显微图必须有样品、处理、时间、部位、比例尺与许可；示意图必须明确标注为示意。

本版包含来自开放论文的真实根横切面、芽与根发育图和黑穗病侵染显微图，并使用重绘数据图。没有把生成图片当作病害实拍，也没有用其他试验图片证明用户配方有效。用户方案的处理对照照片和组织证据仍须由其实际试验产生。

表34-1 微观机制的可验证指标

问题	可采用的方法	解释边界
芽是否存活	标准培养、组织观察、经验证活性检测	单项染色需校准，不能凭颜色武断判死
根组织是否改变	统一根龄和位置的切片量测	组织面积不直接等于吸水能力
病原在哪里	适当染色、显微定位与分子检测	检测信号需阳性阴性对照
糖与营养如何变化	相同时间和组织的化学测定	浓度变化可能伴随生物量稀释
激素和基因反应	规范取样、内标或测序质量控制	相关表达不是功能与增产证明
最终是否有效	独立田间产量和经济测定	必须完成跨阶段连接

二 取样和成像偏差要在拍摄前控制

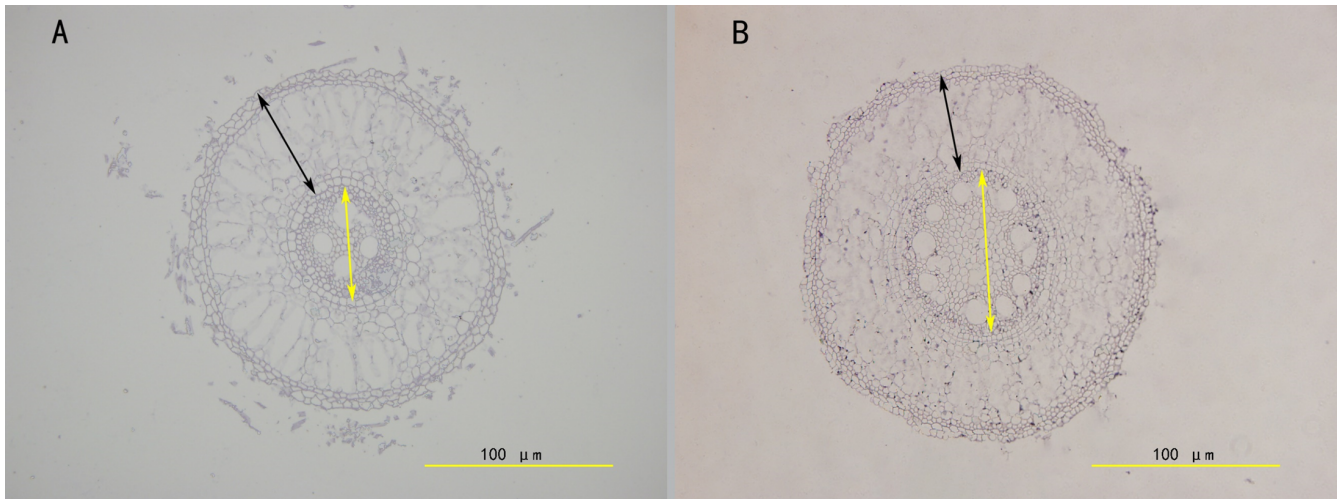
为每个处理随机选择独立植株，在同一器官位置和发育阶段取样；样品编号可盲化，使制片和量测人员不知处理。每株多个视野用于提高代表性，统计仍须识别植株层次。图像曝光、染色批次和处理软件参数要一致，不通过局部增强或选图夸大差异。

原始文件保留不覆盖，裁剪、亮度或格式转换另存并登记。尺度由显微镜校准与原始比例尺确定，不能用图片显示尺寸倒推组织大小。处理前后不是同一根或同一芽时，应明确称为不同样本的比较。

表34-2 本书图证的四种标签

标签	定义	本版实例
真实原图	来源可追溯的实验图片	图1-2、图2-2、图13-2
数据重绘	依据明确数值重新制图	切深、品种、补钾等产量图
机制示意	解释关系，不表示实际形态或量值	器官与田间诊断关系图
计算示例	为说明公式构造或换算	浓度随水量变化；明确非试验数据

若出版需要100—150幅实地病虫图和更多地区试验，必须补充具有授权的实拍及原始数据。现有图片覆盖核心机制，尚未形成逐种病虫的完整照片图鉴；本书不以重复图片或无来源图像凑数。



RT_02 · 图1-2 ZZ2与ZZ9种段根横切面。A为ZZ2，B为ZZ9；原图黑色双向箭头示皮层厚度，黄色双向箭头示维管柱直径，比例尺均为100 μm 。转载Zheng等（2025）图4，CC BY 4.0；仅作格式转换和等比例排版，保留原标注。[4]
真实显微图；来源：Zheng等2025 图4；CC BY 4.0；宿根文献[4]

RT35 按症状定位原因的田间诊断

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

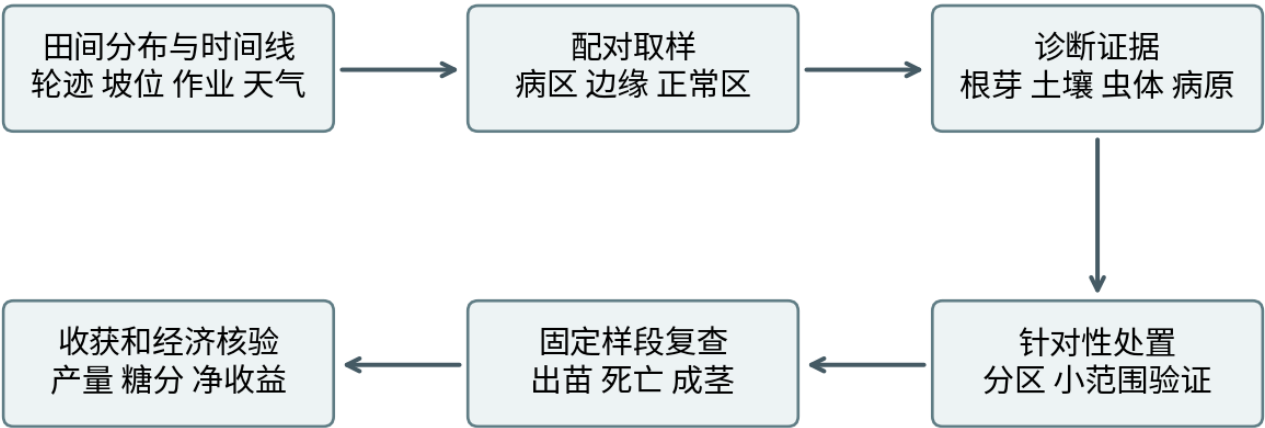
一 先看空间和时间再挖苕

同一症状可以由多种原因造成。沿轮迹缺苗优先查机械，低洼成片弱苗优先查水位与根区，喷幅整齐黄化先查作业，随机病株扩展则加强病虫与种源调查。这些是取样优先顺序，不是最终诊断。一个地块也可能存在多个主因，应允许分区结论。

先记录收割、灌水、施肥、药剂、降雨和症状出现的时间线，再画缺株分布。随后在受害中心、边缘和正常区分别取蔗莖、根和土。现场能确认的机械断芽与需要检测的系统病原分开登记，避免一张“病害”标签掩盖全部问题。

表35-1 常见症状的诊断矩阵

症状	优先候选	核查与应对
完全不出苗	死芽、严重伤苕、持续胁迫或缺苕	挖查是否有苕有芽，判活并核对收割史
萌动后死亡	缺水、盐害、积水、伤芽和病虫	确认死亡时点，查水气与组织损伤
苗多而细弱	群体竞争、系统病害、根区障碍	查健康有效苗和根系，不以总苗数判断
成行缺株	压行、施肥药害或种植基础差	核对轮迹与作业幅宽
斑块黄弱	水分、土壤化学、根病和地下虫	根土虫病配对诊断
茎数正常但产量低	单茎轻、蛀茎、倒伏、成熟和漏收	实际称重并查质量与收获损失



RT_17 · 图35-1 田间诊断与效果复查流程。本书原创工作示意，每个箭头表示调查顺序而非已证实的单一因果。原有结构或数据图；见图注；来源：宿根原书对应图注及参考文献

二 先采取不会妨碍诊断的纠正措施

排水出口堵塞、断水和明显压行等问题可以先纠正，同时保留样品和原始记录。对病因不明的田，不宜同时追加多种肥料、杀菌剂和调节剂；这样会破坏原因判别，也可能造成二次伤害。必要的小范围对照有助于判断措施是否值得扩大。

诊断报告要写明已确认、较可能和未排除三个层次，并列出一项最能改变决策的检测。若确认蔗蔸普遍死亡且无健康芽，等待“促芽药”恢复没有生物学基础；若只是低温延迟，则立即翻耕又可能浪费仍可恢复的群体。

表35-2 田间诊断报告的最低内容

部分	填写内容	作用
背景	品种茬次、土壤、作业和天气时间线	建立发生条件
分布	面积、行长、坡位、轮迹和照片	确定分区
证据	样品号、组织、虫体、检测与对照	支持原因判断
结论	确认与未确认因素分列	避免过度确定
行动	立即措施、待检措施、复查日期	落实执行
效果	新增出苗、死亡、成茎和净收益	验证诊断与措施

RT36 分区生产方案与是否继续留宿根

第三部 宿根甘蔗 · 宿根36章原文

一 以健康群体和净收益决定留宿根

宿根年数本身不能决定是否继续保留。有些田较早因病虫、压实或缺株失去经济价值，有些健康田能维持更多茬。应将健康有效菹、缺株分布、单茎潜力、糖分、灌排条件、机械损伤及替代种植成本共同考虑。仅以本次出芽快慢决策，可能忽略后期产量或病原累积。

先把田块划为可直接保留、需要局部恢复、需要进一步诊断和建议更新四类。分区不是固定比例，而是依据调查结果形成。高投入恢复方案应与直接更新比较，不应因为已经投入很多就继续追加无法回收的成本。

表36-1 分区决策及管理重点

区类	典型条件	行动
健康可保留	根芽完整，群体和收益预期良好	常规监测，优化水肥与交通
局部可恢复	缺株或胁迫局部，主群体健康	分区补水补苗或修复，并保留对照
病因待明	系统黄弱或病虫证据不足	先诊断取样，暂停无依据套餐
建议更新评估	严重病害、死菹、长期结构性低产	比较更新轮作与继续宿根的净收益

二 形成收前到下一次收获的闭环

收前调查决定灌水和收获顺序；收割质量验收决定哪些区域需要恢复；出苗和分蘖调查检验早期措施；成熟与测产决定下一轮保留或更新。把这些记录连起来，才能识别农场自己的稳定增产因素，而不是每年依据一次好看的苗情更换产品。

用户微喷方案应作为这一闭环中的候选措施。若T4比等水量清水显著提高地下芽萌动，但最终产量与经济收益未改善，应如实结论为“促芽但未证明增产”；若增加有效茎同时降低单茎或糖分，则按综合产出决定是否继续；若多点多茬稳定增加净收益，才适合形成限定条件的推广规程。

表36-2 方案采用或退出的判定

结果组合	合理结论	下一步
早萌且成茎产糖均提高	具备完整农艺证据	核算成本并开展多点验证
早萌但收后伤亡增加	机械环节抵消生理收益	调整时机或收获系统后重试
苗多但产量不变	群体优势未转为产出	查单茎、竞争与养分，避免盲目增量
蔗重增加但糖收益下降	质量或成熟代价明显	重新比较两茬净收益
效果只在缺水缺钾田明显	适用条件有限	按诊断分区采用
无稳定收益或伤害明显	当前方案不宜扩大	停止无效追加，保留完整负结果

P + R1—R5：每季都要重新作保留判断

季次与公历年分开记录；旧地上茎收走，新梢和新根进入下一周期。



结构与观察关系示意，非按比例；所有图文待审核。

D11·六个作物周期与每季复核
原创结构示意；来源：本版编辑综合；对应正文来源

CA-A1 附录A 关键参数与单位核对应表

保护性耕作附录与来源 · 保护性耕作V3.0

项目	本手册使用值或方法	性质与边界
面积换算	1公顷等于15亩	统一换算口径
亩面积	约666.7平方米	计算时按同一精度
有机地表覆盖	FAO分类至少30%	是分类底线 非通用最优值
常规表土采样	0至20厘米	与检测机构方法匹配
取样子样数	每均一区15至20个	本手册建议记录方法
种茎覆土参考	约4至6.5厘米	SRA一般范围 需当地试作
下种实例	2000至3000个双芽段每亩	2024年中国指导实例
单行与宽窄行	1.0米 1.2米及1.4加0.4米	模式实例 须与机具匹配
深松深度	依据致密层位置现场确定	不给统一固定深度
收获切割高度	保护有生活力的地下莖芽	不给统一入土厘米数
施肥总量	测土 当地推荐 与养分预算	算例数值不可直接套施
宿根利用年限	健康 群体 产量和收益决定	不保证固定5年或更长
灌溉量	根层缺水减有效降水并修正效率	不把总需水量当灌水量
P与P2O5换算	P乘2.291	避免中外单位混淆
K与K2O换算	K乘1.205	避免中外单位混淆

CA-A2 附录B 田间记录与验收表

保护性耕作附录与来源·保护性耕作V3.0

B1 地块基础记录

记录项	填写内容
地块编号及面积	_____
品种与新植年份	_____
当前宿根季数	_____
土质 坡向 排水出口	_____
土壤检测日期和编号	_____
行距 轮距 固定车道	_____
种苗来源与检测	_____
近年产量和主要问题	_____

B2 种植抽查记录

日期_____ 机具_____ 操作人员_____ 土壤状态_____

位置	可用芽数每米	覆土厘米	种土接触	种肥分隔	问题与处理
样点1	—	—	—	—	—
样点2	—	—	—	—	—
样点3	—	—	—	—	—
样点4	—	—	—	—	—
样点5	—	—	—	—	—

抽查后决定：继续作业_____ 调整后复查_____ 暂停_____

B3 水肥投入台账

总处方编号_____ 计量单位_____ 本季面积_____

日期	产品与含量	实物量每亩	折算N P2O5 K2O	水量每亩	操作与天气
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

本季累计N_____ P2O5_____ K2O_____ 尚余预算_____

B4 收获与宿根交接记录

日期_____ 收获方式_____ 作业条件_____

检查项	取样或记录方法	结果
散落可收蔗	多个量定面积样方称量并注明范围	_____
完整蔸与损伤蔸	固定行长内分类计数	_____
车辙和压行	记录位置 深度范围及照片	_____
病蔸与长缺口	地图标记并统计总长度	_____
覆盖率与厚堆	多条样线观察 并拍照	_____
运送与进厂	砍收 装车 到厂时间	_____
宿根管理决定	保留 修整 补缺 更新	_____

责任交接_____ 下次复查日期_____

B5 土壤与效果年度记录

年季	商品蔗吨每亩	质量指标	可变成本元每亩	覆盖率	重要问题
基线	_____	_____	_____	_____	_____
新植	_____	_____	_____	_____	_____
宿根1	_____	_____	_____	_____	_____
宿根2	_____	_____	_____	_____	_____
宿根3	_____	_____	_____	_____	_____
后续	_____	_____	_____	_____	_____

土壤检测应另附原始报告，保持采样季节、深度、检测方法与点位可比。

CA-A3 附录C 常见误区与纠正

保护性耕作附录与来源 · 保护性耕作V3.0

常见做法或说法	应怎样纠正
保护性耕作就是永远不动土	先解决根层障碍 如实记录必要扰动
覆盖越厚越好	检查冷湿 压芽 堵沟和病虫风险
种植沟深等于覆土厚	从不同基准分别测量
一亩种多少吨种蔗就足够	核查可用芽数 芽损和分布
叶片发黄就补氮	先查水 根 病害和其他养分
菌剂能替代全部肥料	核查产品证据并做等投入对照
蔗叶还田马上统一减肥	根据释放与检测逐步调整
宿根每年都要深破蔸	按土壤和芽根状态分别决定
收割越深宿根越好	保护健康地下芽并减少含土
切口已经合格仍统一平茬	避免没有必要的再次损伤
机收只看每小时收多少	同时看蔗损 含杂和蔸损
长到第5年就说明成功	计算健康 群体 质量及收益
糖度计读数就是出糖率	以规定检测和结算口径解释
示范田最好一块代表全田	随机布置代表性对照与重复

CA-A4 参考资料与适用范围

保护性耕作附录与来源 · 保护性耕作V3.0

本手册以公开的机构技术资料为基础重新组织内容，操作记录方法、示意图和教学算例为原创综合设计。境外资料用于解释原理和提供可验证的参考，不直接移植其农药、肥料剂量或日历。资料核对日期为2026年9月27日；资料年份以原文标注为准，网页迁移或上传日期不当作技术发布日期。

[1] FAO Conservation Agriculture principles 保护性农业的定义和分类边界

<https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/conservation-agriculture-principles/en/>

[2] 农业农村部种植业管理司 全国农业技术推广服务中心 甘蔗春季生产技术指导意见 2023年 本文仅引用行距等模式实例 不将历史农药推荐作为现行处方

https://zzys.moa.gov.cn/tzgg/202303/t20230324_6423900.htm

[3] 农业农村部种植业管理司 全国农业技术推广服务中心 2024年甘蔗春季生产技术指导意见 健康种苗 下种量与节水栽培参考

https://www.agri.cn/sc/nszd/202403/t20240325_8619247.htm

[4] Sugar Research Australia Zonal tillage IS14006 带状耕作的定义和应用逻辑

<https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2025/04/Zonal-tillage-IS14006.pdf>

[5] Sugar Research Australia Australian Sugarcane Nutrition Manual 2022版本文件 测土和养分管理框架

https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2022/04/2022_SRA-Nutrition-Manual_F2.pdf

[6] Sugar Research Australia Guide for sugarcane planting B14003 种段质量 种床与覆土参考

<https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2025/04/Guide-for-sugarcane-planting-B14003.pdf>

[7] FAO Soil organic cover 植物残体覆盖的作用

<https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/en/>

[8] Sugar Research Australia Managing weeds in trash blanketed ratoons Central B14025 覆盖下控草的适用条件

<https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2024/08/B14025-Managing-weeds-in-trash-blanketed-ratoons-Central.pdf>

[9] FAO Irrigation Water Management Training Manual Chapter 3 Crop Water Needs 需水量和灌溉量的区分

<https://www.fao.org/4/s2022e/s2022e07.htm>

[10] 农业农村部种植业管理司 全国农业技术推广服务中心 2024年甘蔗中后期生产技术指导意见 排涝 成熟收获和运输参考

https://www.agri.cn/zx/nyyw/202409/t20240904_8668049.htm

[11] Sugar Research Australia 等 Biosecurity Manual for Sugarcane Producers 种苗和农机卫生的原则

https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2024/12/Biosecurity-Manual-for-Sugarcane-Producers_WEB.pdf

[12] Sugar Research Australia Accounting for nutrients contained in mill by products Version April 2020 副产物养分预算

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/refining-nutrients-for-specific-circumstances/accounting-for-nutrients-contained-in-mill-by-products/>

[13] Sugar Research Australia Ratoon Stunting Disease 诊断局限及健康种苗和器具卫生

<https://sugarcane.com.au/diseases/ratoon-stunting-disease/>

[14] Sugar Research Australia Leaf testing 叶片检测的作用和标准化要求

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/leaf-testing/>

[15] Sugar Research Australia Refining nutrients for specific circumstances 不同生长条件下的施肥修正

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/refining-nutrients-for-specific-circumstances/>

[16] Sugar Research Australia Sodic soils 土壤障碍需要区别诊断

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/refining-nutrients-for-specific-circumstances/sodic-soils/>

[17] Sugar Research Australia Farming Systems and Harvesting 收获质量 调机与保护蔗蔸

<https://sugarcane.com.au/growers/farming-systems-and-harvesting/>

[18] Tamil Nadu Agricultural University Expert System for Sugarcane Ratoon Cane Management 宿根及时管理与补缺原则

https://www.agritech.tnau.ac.in/expert_system/sugar/ratoon.html

[19] Herbert Cane Productivity Services 与 Sugar Research Australia Growing Legume Fallow Crops 2018 覆盖作物建植条件

https://sugarcane.com.au/wp-content/uploads/2019/02/Growing-Legume-Fallow-Crops_2018_D.01.pdf

[20] Sugar Research Australia Adjusting nitrogen rates following legume fallow crops 后茬氮肥调整及验证

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/refining-nutrients-for-specific-circumstances/adjusting-nitrogen-rates-following-legume-fallow-crops/>

[21] Sugar Research Australia Field tools 施肥机校准与田间经济比较工具

<https://sugarcane.com.au/growers-and-millers/nutrient-management/six-easy-steps-toolbox/field-tools/>

[22] 农业农村部种植业管理司 全国农业技术推广服务中心 甘蔗应对台风暴雨生产技术指导意见 2024年 灾害后排水与恢复参考

https://www.agri.cn/zx/nyyw/202407/t20240724_8655298.htm

CA-A5 国际资料与图片索引

保护性耕作附录与来源·保护性耕作V3.0

本次增订检索与核对日期：2026年9月27日。I编号供第20—24章追溯。期刊文章以试验发生时间为准，网页更新或文件上传时间不作为试验年份。

[I01] Sugar Research Australia. Zonal tillage，信息简报IS14006。官方体系和作业投入比较，未列完整逐小区数据。

<https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2025/04/Zonal-tillage-IS14006.pdf>

[I02] Garside等，2009。Row spacing and planting density effects on the growth and yield of sugarcane. 2. Strategies for the adoption of controlled traffic. Crop & Pasture Science，原文表6及方法。

<https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/1467/1/CP08312.pdf>

[I03] Tenelli S, de Oliveira Bordonal R, Barbosa LC, Carvalho JLN. Can reduced tillage sustain sugarcane yield and soil carbon if straw is removed? BioEnergy Research，2019。五年两土壤试验。

<https://doi.org/10.1007/s12155-019-09996-3>

[I04] Souza等，2015。Controlled traffic and soil physical quality of an Oxisol under sugarcane cultivation. Scientia Agricola 72:270—277。根系与土壤微形态；“44%”措辞存在内部不一致，未采用该比值。

<https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0078>

[I05] Ved Singh。灌溉与蔗叶覆盖对宿根甘蔗的影响；Indian Journal of Agronomy 47(4)，2002期次，试验1998—2000。网页上线年份与期次不一致，以期刊期次和试验年份分别标明。

<https://doi.org/10.59797/ija.v47i4.3206>

[I06] Kumar N等，2024。Productivity, water use efficiency and soil properties of sugarcane as influenced by trash mulching and irrigation regimes under different planting systems in sandy loam soils. Frontiers in Sustainable Food Systems，表6、8。原表微生物量碳单位有疑义，正文只保留均值比值；未采用摘要中与表格不一致的水分效率结论。

<https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1340551>

[I07] 泰国农业部 / JIRCAS，2004发表，2001—2002年孔敬耕作与施肥试验。Thailand DOA Agricultural Research DOI资料页。吨/rai按1 rai = 0.16公顷换算。

<https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail/10.14456%2Fthaidoa-agres.2004.5>

[I08] Ng Cheong LR, Teeluck M。毛里求斯灌溉蔗区蔗叶覆盖、土壤水分与水分利用研究。Sugar Tech 18:124—133，2016；2015年在线。核对作者摘要。

<https://doi.org/10.1007/s12355-015-0374-1>

[I09] Selim HM, Elbana TA, White PM, Arceneaux AE, Tubana BS，2019。甘蔗残体管理对产量、径流与养分流失的影响。Journal of Soil and Water Conservation 74:477—486。LSU作者机构记录，试验2012—2016。

https://repository.lsu.edu/plantsoil_pubs/856/

[I10] Deeb等，2021。甘蔗长期管理与土壤结构，BT1长期试验收缩曲线研究。Soil Science Society of America Journal 85:1913—1930。依据作者机构摘要。

<https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010083456>

<https://doi.org/10.1002/saj2.20326>

[I11] Susilo等，Journal of Tropical Soils 23(2):99—109，2018期次。甘蔗田耕作、蔗渣覆盖与土壤节肢动物研究。20小区，分时点陷阱采样。

<https://journal.unila.ac.id/index.php/tropicalsoil/article/view/273>

[I12] South African Sugarcane Research Institute。Soil Health & Conservation。官方交通、绿肥和侵蚀管理资料；未将网页建议等同于全国采用率。

<https://sasri.org.za/soil-health-conservation/>

[I13] Wang M等，2023。Sugarcane straw returning is an approaching technique for the improvement of rhizosphere soil functionality, microbial community, and yield of different sugarcane cultivars。Frontiers in Microbiology，表2、3及图2；广西设施试验2019—2020。

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1133973>

[I14] Wang S等，2024。Soil Biopores and Non-Biopores Responses to Different Tillage Treatments in Sugarcane Fields in Guangxi, China。Agronomy 14:1378，表1、图7、图9。三维图为原状土柱CT重建，CC BY 4.0。

<https://doi.org/10.3390/agronomy14071378>

[I15] Morais等，2019。蔗叶移除对土壤微生物丰度及生物量的影响，BioEnergy Research 12:901—908。两土壤、两年、qPCR研究；此处以作者摘要为依据。

<https://doi.org/10.1007/s12155-019-10018-5>

[I16] JIRCAS，2001研究成果。サトウキビの部分深耕同時施肥・植付機，日泰联合研发。样机图和完整体系燃油、时间比较。

https://www.jircas.go.jp/ja/publication/research_results/2001_07

[I17] NARO九州冲绳农业研究中心。トラクタ走行による土壤踏圧と耕盤破碎，冲绳土壤通气与振动深松试验。图中深度为该试验设置。

https://www.naro.go.jp/laboratory/karc/contents/anet/mokuji/1_2_2/

[I18] ICAR Indian Institute of Sugarcane Research。Engineering technologies；Ratoon management device、Disc type ratoon management device。机具类型和公开能力参数。

<https://isri.res.in/iisr/pages/subpages/technologiesengg-hindi.jsp>

[I19] 中国热带农业科学院农业机械研究所。甘蔗叶还田综合调控技术与装备，2023-08-31。1GYF、1JR系列及原图；粉碎率为机构页面报告。

<https://www.catasamri.cn/contents/1643/215827.html>

[I20] DMB。Plantadora de Cana Picada PCP 6000 Automatizada。官方产品图与双行机具配置。

<https://www.dmb.com.br/linha-canavieira/plantadoras-distribuidoras/plantadora-de-cana-picada-pcp-6000-automatizada>

[I21] DMB。Adubador com Distribuição em Profundidade e Superficial。官方产品图及配置。

<https://www.dmb.com.br/linha-canavieira/adubadores/adubador-com-distribuicao-em-profundidade-e-superficial>

[I22] John Deere。CH570 Cane Harvester，2015年2月修订，20页官方手册。引用原手册图片及作业结构，不代表2026年所有市场的在售配置。

<https://www.deere.com/assets/pdfs/region-1/products/harvesting/Sugarcane%20Harvester%20CH570%20brochure%20EN%20.pdf>

[I23] DMB。Eliminador Mecânico de Soqueiras。官方更新灭蔸机图片与配置。

<https://www.dmb.com.br/linha-canavieira/outros-equipamentos/eliminador-mecanico-de-soqueiras>

[I24] Viator RP, Johnson RM, Richard EP，2008。Green-cane residue management in a non-tropical climate。USDA ARS作者记录，讨论路易斯安那冷湿条件限制。

<https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=223538>

[I25] Zaqyah等，2022。Journal of Tropical Soils 27(2):67—77，连续7年耕作与蔗渣覆盖研究。裂区、5区组；摘要未提供可供重绘的逐处理产量均值。

<https://journal.unila.ac.id/index.php/tropicalsoil/article/view/478>

[I26] Azevedo LCB, Stürmer SL, Lambais MR，2014。Early changes in arbuscular mycorrhiza development in sugarcane under two harvest management systems。Brazilian Journal of Microbiology 45:995—1005，原表4。图22-C按数值重新绘制，没有复制其原图。

<https://doi.org/10.1590/S1517-83822014000300032>

[I27] 李明、王金丽等。甘蔗叶粉碎还田机，CN2901835Y，2007-05-23公开。引用专利原始主视图；仅说明结构，不采用其性能主张作为独立田间证据。

<https://patents.google.com/patent/CN2901835Y/zh>

[I28] Huang W, Wang S等，2025。Structural optimization and performance evaluation of a sugarcane leaf mulching machine。Smart Agricultural Technology 12:101116。机具性能数值依据作者摘要，并与作者机构报告核对。

<https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101116>

<https://www.catas.cn/contents/9/251473.html>

图片来源与证据性质

图号	图片性质与出处	可以证明的范围
图21-A、图23-A、D、E、G、图24-A	本手册原创机制与布局示意	工作逻辑、空间关系和试验设计；不是实测图
图21-B	NARO原始结构图，I17	研究装置结构和该试验标注尺寸
图21-C	JIRCAS研究样机照片 + 原结构图，I16	该研究样机及设计，不是现售机型认证
图21-D	中国专利CN2901835Y主视图，I27	公开结构，不能替代当前某子型号实机验收
图21-E、F、I	DMB官方产品图片，I20、I21、I23	机具外观与页面配置，非独立增产证明
图21-G	IISR官方装置图片，I18	圆盘式宿根机外观；原图分辨率较低
图21-H	John Deere官方手册第1页嵌入图片，I22	青蔗收获与转运系统实例
图22-A、B、C	公开试验数值重绘，I03、I06、I26	对应条件下的均值；误差定义按图注
图23-B、C	Wang等2024原文图7、9，I14，CC BY 4.0	广西对应试验土柱的大孔隙三维重建
图23-F	Wang等2023原文图2，I13，CC BY	设施试验细菌相对群落组成，非绝对计数

原创图与数据重绘由本手册制作；原图保留作者或机构权利与来源。公开可查的机构及厂家图片并不自动具备统一开放转载许可；用于另行商业出版或网站发布时，应核对相应图片许可。图文包中的来源索引保留原链接，不包含整篇受版权保护论文的再分发副本。

CA-A6 配图与版本说明

保护性耕作附录与来源 · 保护性耕作V3.0

国际证据增订版 V3.0，2026年9月27日。保留19章全流程技术，新增第20—24章：主要蔗区国别比较、机具结构与图片、16组试验数据、微观机制与结构变化、本地验证设计。共24章，另附原有参数表和记录表。

正文共有35幅图：15幅原有技术示意图、9幅新增原创结构 / 数据图、8幅公开机械照片或结构图，以及3幅公开实测研究图；封面另有1幅AI情景图。图片来源和证据性质见前页索引。所有原创示意图均不能用于机械加工；公开照片不代表本站独立测定的性能。

原第1—19章中的明确假设算例仍是教学演算；第22章的新数据是带来源与适用边界的文献实测或机构试验报告。它们不是用户基地的实测报告。没有将增产率、厂家参数、孔隙模型解释率、菌群比例或相对变化混为同一种证据。

完整图文包包含Word、PDF、全部配图、可编辑正文、证据目录JSON、来源索引和图表生成脚本。证据目录保存的是公开结果摘录，不是未公开的逐小区原始数据；未获得的误差、重复数、年表和完整统计结果均不补造。第三方图片的权利与原始署名保留。

RT-appendix-a 附录A 病虫害名称与地区核查表

宿根附录与来源·宿根原书

下表用于统一检索和送检名称。中文俗名、分类修订和具体发生分布需由当地鉴定机构复核；列出某个病原或害虫不表示它已在读者所在地发生。

表A-1 主要病害名称

中文或工作名称	英文与科学名	地区与诊断说明
宿根矮化病	Ratoon stunting disease ; Leifsonia xyli subsp. xyli	系统性细菌病，需检测
白条病或叶灼病	Leaf scald ; Xanthomonas albilineans	与白叶植原体病分开
赤条病	Red stripe ; Acidovorax avenae	确认菌株与症状
黑穗病	Smut ; Sporisorium scitamineum	典型病鞭与早期潜伏感染分开
赤腐病	Red rot ; Colletotrichum falcatum	需结合地区病原与品种
Pachymetra根腐病	Pachymetra chaunorhiza	重点为澳大利亚案例，不推定中国发生
花叶病	Sugarcane mosaic ; SCMV、SrMV等	病毒种类依地区检测
黄叶病	Sugarcane yellow leaf virus	排除非病原黄化
白叶病	Sugarcane white leaf phytoplasma	亚洲部分地区重要；分子检测
草状分蘖病	Sugarcane grassy shoot phytoplasma	地区性植原体病害名称
褐锈病	Puccinia melanocephala	叶部病害
橙锈病	Puccinia kuehnii	叶部病害，需与褐锈病鉴别
梢腐类病害	Pokkah boeng ; Fusarium spp.	病原复合与分类需确认
凤梨病类种段腐烂	Pineapple disease ; Ceratocystis paradoxa	新植补苗种段问题与宿根分开

表A-2 主要害虫与线虫检索名

类群	科学名或检索词	地区核查重点
蛴螬	Scarabaeidae larvae ; canegrubs	按种和龄期鉴定
白蚁	Termitidae及其他相关类群	实际取食损伤与活动分开
金针虫	Elateridae larvae ; wireworms	种段和芽风险
蝼蛄	Gryllotalpidae	土道与断苗
甘蔗水虻类	Inopus spp. ; soldier flies	澳大利亚等地区案例
亚洲螟虫	Chilo spp.等	按本地种鉴定
巴西钻蛀类	Diatraea spp.	不套用亚洲虫期

类群	科学名或检索词	地区核查重点
非洲茎螟	Eldana saccharina	南非等地重点对象
根部沫蝉	Mahanarva fimbriolata	巴西案例
根结线虫	Meloidogyne spp.	根和土联合检测
根腐线虫	Pratylenchus spp.	按种与提取方法报告
蚜虫等刺吸类	Aphids、mealybugs、scale insects等	媒介关系必须种级核实

RT-appendix-b 附录B 田间调查与测产记录

宿根附录与来源·宿根原书

空白项用于现场填写，不是缺失的试验结果。建议每个独立小区一份，纸面表与电子原始表使用同一编号。

表B-1 地块基线表

字段	填写位置	单位或要求
地块与小区编号	_____	地点、区组、处理分别记录
品种与种源	_____	来源、检测和批次
新植年与宿根茬次	_____	不要仅写“老蔗”
净区面积与行距	_____	平方米、米
土壤与坡位	_____	土质、有效土层、排水
收获方式与日期	_____	机型或人工、年月日
原有缺株	_____	固定行长与缺株长度
天气和水肥历史	_____	附原始记录编号

表B-2 芽苗与收获调查表

日期和样段	原始计数或测值	必要备注
地下芽调查	菹数____；总芽____；萌动____	疑似死芽、受伤芽另列
收后损伤	查菹____；裂菹____；拔菹____	保留重叠损伤，不相加当独立菹
固定样段苗数	总苗____；新增____；死亡____	样段行长与调查间隔
成熟群体	有效茎____；净面积____	有效茎定义固定
净测产	称重____；含杂____；净重____	秤编号、漏收和边行
糖分取样	样本____；指标____；结果____	采样规则及检测机构

RT-appendix-c 附录C 取样送检与样品链

宿根附录与来源·宿根原书

先与接收实验室确认样品类型、数量、保存和运输要求。植物组织、活虫、线虫土样及分子检测材料的要求不同，不宜统一冷冻、酒精浸泡或常温晾干。

表C-1 配对取样清单

对象	现场保留	送检前确认
蔗蔸与芽	原土面、芽位、损伤和完整照片	判活或病原检测的材料要求
茎基病害	病健交界与正常对照，独立包装	培养与分子检测所需处理
根病	根土关系、土层与病健区	根和根际土是否均需送检
线虫	代表性根土，避免干热暴晒	实验室保存温度与到样时限
昆虫	虫体、取食部位、龄期照片	活体或保存液方式由鉴定方指定
土壤化学	分层、位置、近期施肥和水质	检测项目对应的样品处理
显微组织	同器官同部位和发育时间	固定液及固定时限

表C-2 样品流转登记

字段	记录	核查
样品唯一号	_____	与小区、照片、检测表一致
采集人及时间	_____	年月日时
位置与组织	_____	深度、部位和处理
保存与转运	_____	条件、交接时间
接收与异常	_____	是否破损、过热、腐败
检测方法和结果	_____	阳阴性对照与单位
余样与原始数据	_____	保存位置与授权

RT-appendix-d 附录D 国际试验提取与单位核查

宿根附录与来源·宿根原书

表D-1 国际证据索引

文献	试验和终点	本书保留的数值与限制
[2, 3] 中国切深	3处理，3重复，两宿根	83.07/117.85/89.68及86.79/124.50/99.15 t/ha；人工切割
[10] 日本品种	跨年新植与两宿根	宿根蔗产量117.2/71.9及109.7/74.6；年份范围不同
[12] 印度水钾	两周期；摘要级核对	灌水69.9、施钾灌水74.1 t/ha；缺完整设计信息
[13] 巴西交通	行距和交通系统	绝对增量8.2、10.3、18.8、15.7 t/ha；不写成百分比
[14] 巴西轮压	黏质与砂质田	黏质产量下降；无可核对均值，未补造
[17] 美国残体	跨宿根和土壤	糖产量6190/6800/6610/6500 kg/ha
[18] 黑穗病	7品种，4重复，人工接种	芽定殖0.5%至91.9%；非田间发病率
[19] 泰国干旱	6基因型，4重复	水量和株高增长速率；未从图猜产量
[20] 泰国补钾	2×7因子，3区组	14组合蔗产量101至149 t/ha；交互显著
[21] 埃斯瓦蒂尼	2000—2014商业数据	观察性年化趋势，不作因果增产
[22] 南非覆盖	3个蒸渗仪	蒸散约-21%和-12%；独立重复有限
[25] 巴西沫蟬	2田，6重复	历史经济损失水平1.7至3.2头/米

表D-2 统一换算与禁止混用

项目	换算或规则	常见错误
面积	1 ha = 15亩 = 10 000 m ²	公顷与亩直接比较
产量	1 t/ha = 66.667 kg/亩	糖与原料蔗产量混用
水量	1 m ³ /亩 ≈ 1.5 mm	喷头流量当有效根区水量
钾	K = K ₂ O×0.8301	元素K与K ₂ O同数值替换
磷	P = P ₂ O ₅ ×0.4364	标签含量与元素量混用
浓度	3 kg/W m ³ = 3/W g/L	产品总量等同浓度
增幅	(处理-对照)/对照×100%	百分点与百分比混用
茬次	新植与第几宿根分别写明	第3次收获误写第3宿根

RT-appendix-e 附录E 用户微喷试验操作记录

宿根附录与来源·宿根原书

表E-1 实施前必须固定的参数

参数	填写	说明
地点品种茬次	_____	决定适用环境
收获日H	_____	记录实际与计划日期
用量含义	单次____；全程累计____	MKP与硫酸钾分别写明
水量W与次数	_____	m³/亩/次及总量
产品标签批次	_____	实测或标签P2O5与K2O
供水独立单元	_____	真实随机化单位
缓冲和净测产区	_____	防串肥并保留收获身份
主要比较	T4对T1；T4对T0；其他____	试验前固定
异常处理规则	_____	不按结果好坏删小区

表E-2 每次微喷事件记录

内容	原始记录	检查
日期时段与天气	_____	风、降雨和高低温
实际水量	_____	水表起止、面积、m³/亩
实际产品量	MKP____；硫酸钾____	每小区与折每亩一致
混配与系统	溶解____；过滤____；压力____	沉淀、堵塞和清洗
均匀性	接水点及各点水量____	保存单点原值
根区反应	喷前后含水量____	行上行间及不同深度
异常	串水____；漏喷____；其他____	时间、面积和补救记录

小区排列由实施前的随机化程序生成并保存，不在本书预置一张固定排列作为所有地点的试验图。若无法分区独立供水，应调整设计或明确试验只有示范性质，不能声称取得独立重复的统计证据。

RT-appendix-f 附录F 作业与灾后复查清单

宿根附录与来源 · 宿根原书

表F-1 收前收后作业核查

阶段	必须看见的证据	完成记录
收前	根区水分、承载力、芽状态、成熟	负责人___ 日期___
试割	实际切深、裂菹、拔菹、刀具状态	样段___ 调整___
运输	轮迹与行位置、地头组织	路线___ 压行___
收后	排水、残体、伤菹和缺株	分区___ 处置___
施肥除草	位置、剂量、产品和作物阶段	作业___ 复查___
补苗	健康材料、连续缺株与供水	数量___ 成活___

表F-2 极端天气后复查

事件	先检查	再决定
低温霜冻	芽位温度史、组织与恢复活性	等待复查、局部恢复或更新
暴雨洪水	水位历时、泥沙、排水和根腐	排水、土面修复与后续诊断
持续干旱	根区水分、供水与活芽	补水经济性及恢复预期
台风大风	倒伏、折茎、拔菹和漏收	收获顺序、菹保护与更新
高温热风	浅芽暴露和土壤水分	适宜覆盖与补水

RT-appendix-g 附录G 图像来源与出版补充清单

宿根附录与来源·宿根原书

表G-1 真实图片授权登记

图号	原始来源	许可与处理
图1-2	Zheng等2025图4，[4]	CC BY 4.0；保留原标注，仅格式与尺寸调整
图2-2	Zheng等2025图1，[4]	CC BY 4.0；完整转载，中文图注
图13-2	McNeil等2018图1，[18]	CC BY；完整原图等比例排版，中文图注
其他示意与重绘	本书原创绘制；数值来源逐图注明	未伪装实拍；不新增未报告的误差线

开放许可说明：Creative Commons Attribution 4.0，<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>。图13-2按原论文开放许可转载，原作者为Meredith D. McNeil、Shamsul A. Bhuiyan、Paul J. Berkman、Barry J. Croft和Karen S. Aitken。图片原作权利及学术归属不因本书排版改变。

表G-2 出版图鉴仍需补充的真实材料

材料	拍摄或取得要求	当前状态
逐种病虫现场图	同一对象全田、植株、组织和病原虫体	尚未构成完整照片图鉴
机械损伤连续图	收前、试割、收后挖苋及恢复对应编号	需真实本地试验补充
用户微喷对照图	同天同部位同尺度，多独立小区	尚无用户原始对照照片
处理后显微图	盲化取样、组织尺度与统计	尚无用户方案显微实测
各国商业生产图	作者许可、日期与地点完整	不以网络图片默认可转载

RT-appendix-h 附录H 术语与主题索引

宿根附录与来源·宿根原书

表H-1 关键术语

术语	本书使用含义	主要章节
萌动	芽开始发育的操作性形态状态	1、2、3、32
出土出苗	新梢越过土面形成可观察苗	2、3、35
有效茎	按固定收获标准可计入产量的茎	2、3、33
宿根能力	特定环境下持续多茬的生产表现	25、31、36
根长密度	单位土体的根长，注明土层	1、6
土壤压实	土体结构及孔隙改变的物理问题	6、10
健康种源	经适当检测和繁育管理的材料	12、16、25
交互作用	一种处理效应随另一因素水平改变	23、33
生物重复	独立生物或随机化单位层次的重复	32、33、34
经济损害水平	损失达到防治成本的条件性水平	21、29
可回收糖	按相应方法估计的可回收糖量或比例	3、33
净收益	收入减相关成本，注明时间范围	33、36

表H-2 按问题检索

问题	阅读位置	配套表
地下芽不出土	1至7、35	1-1、5-1、35-1
收割伤菟压行	8至11	8-2、9-1、10-2
怀疑病害	12至17、附录A/C	12-1至17-2
地下虫螟虫线虫	18至21	18-1、19-1、20-1
微喷磷钾试验	22、23、32	22-1、23-1、32-1、附录E
国际试验效果	27至31、附录D	D-1
数据统计与图片	33、34、附录G	33-1、34-1、G-1
保留还是更新	25、36	25-2、36-1

RT-references 参考文献与资料核对范围

宿根附录与来源·宿根原书

检索与核对截至2026年9月27日。原始论文、研究机构试验报告和官方技术资料分别注明；摘要级资料不冒充全文核对。本文为定向证据综述，未登记系统综述方案，未声称穷尽全球全部研究。

[1] Sugar Research Australia. The Sugarcane Advisors Information Kit. Technical publication MN13001, 2013，印刷页8及相关器官学内容。官方技术资料；本篇只概述结构，不转载其受限图片。

<https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2017/09/Sugarcane-Advisor-Information-Kit-FINAL.pdf>

[2] Yang S-l, Zhang Y-b, Deng J, et al. Effect of cutting depth during sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid) harvest on root characteristics and yield. PLOS ONE, 2021, 16(1): e0238085。已核对全文、表1、设计及数据口径。

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238085>

[3] Yang S-l, Zhang Y-b, Deng J, et al. Correction: Effect of cutting depth during sugarcane harvest on root characteristics and yield. PLOS ONE, 2021, 16(3): e0248527。已核对图6图例和根体积单位更正。

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248527>

[4] Zheng J, Huang X, Wei Y, Li W, Chen B, Li W. Identification of functional pathways and hub genes associated with the heterochronic development of sugarcane axillary buds and sett roots through multi-omics analysis. Frontiers in Plant Science, 2025, 16:1551783。核对全文及图1、图4；离体种段研究。

<https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1551783>

[5] Verma AK, Agarwal AK, Dubey RS, Solomon S, Singh SB. Sugar partitioning in sprouting lateral bud and shoot development of sugarcane. Plant Physiology and Biochemistry, 2013, 62:111–115。核对PubMed原始摘要；未取得全文数据表。

<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.10.021>

[6] Zhao L, Ran M, Zhang J, et al. Comparative Analysis of Ratoon-Competent and Ratoon-Deficient Sugarcane by Hormonal and Transcriptome Profiling. Agronomy, 2025, 15(7):1669。核对出版方PDF；温室幼龄植株截茎研究。

<https://doi.org/10.3390/agronomy15071669>

[7] Li Y, Yang T, Yang Z, et al. Analysis of Axillary Bud Germination Regulatory Network in Sugarcane Based on Transcriptome and Weighted Gene Co-Expression Network Analysis. Plants, 2026, 15(8):1200。核对开放全文方法及结果；离体芽发育研究。

<https://doi.org/10.3390/plants15081200>

[8] Bell MJ, Halpin NV, Cunningham G, Garside A, Kingston G. Effects of wet soil during early season ratoon establishment on sugarcane grown under different trash management systems in southern canelands. Proceedings of ASSCT, 1999, 21:139–148。核对昆士兰农业部门原始研究存档摘要。

<https://era.dpi.qld.gov.au/id/eprint/12159/>

[9] Pierre JS, Perroux JM, Rae AL. Screening for Sugarcane Root Phenotypes Reveals That Reducing Tillering Does Not Lead to an Increased Root Mass Fraction. *Frontiers in Plant Science*, 2019, 10:119。核对原始研究目的、材料和结果；温室研究。

<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00119>

[10] JIRCAS and NARO. Harunoogi, a high ratoon yield sugarcane cultivar developed by interspecific hybridization between sugarcane and *Saccharum spontaneum*. *Research Results* 2019。核对研究机构表1、试验地点、年份和统计说明。

https://www.jircas.go.jp/en/publication/research_results/2019_b06

[11] Rott P, Sood S, Comstock JC, Gilbert RA, Sandhu HS. Sugarcane Ratoon Stunting. University of Florida IFAS Extension, SC002。核对官方诊断与种源卫生资料；本篇不引用防治药量。

<https://ask.ifas.ufl.edu/publication/SC002>

[12] Shukla SK, Yadav RL, Singh PN, Singh I. Potassium nutrition for improving stubble bud sprouting, dry matter partitioning, nutrient uptake and winter initiated sugarcane ratoon yield. *European Journal of Agronomy*, 2009, 30(1):27–33。核对出版方索引摘要及AGRIS原始摘要；完整试验表未取得。

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.06.005>

[13] Aguilera Esteban DA, de Souza ZM, Tormena CA, et al. Soil compaction, root system and productivity of sugarcane under different row spacing and controlled traffic at harvest. *Soil and Tillage Research*, 2019, 187:60–71。核对FAPESP研究记录所载原始摘要，未重建未报告方差。

<https://bv.fapesp.br/en/publicacao/161797/soil-compaction-root-system-and-productivity-of-sugarcane-u>

[14] de Paula VR, Molin JP. Assessing Damage Caused by Accidental Vehicle Traffic on Sugarcane Ratoon. *Applied Engineering in Agriculture*, 2013, 29(2):161–169。核对ASABE出版方摘要；保留土质差异与非显著结果。

<https://doi.org/10.13031/2013.42642>

[15] Sugar Research Australia. Diseases of Australian Sugarcane Field Guide. 2026。核对官方114页PDF及版权页；作为地区诊断资料，不转载其受限照片。

<https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2026/02/Diseases-of-Australian-Sugarcane-Field-Guide.pdf>

[16] Sugar Research Australia. Pests of Australian Sugarcane Field Guide. 2019。核对官方100页PDF及版权页；地区害虫鉴别资料，不转载受限照片。

https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2024/12/Pests-of-Australian-Sugarcane_Fieldguide_2019_D.01.pdf

[17] Viator RP, Johnson RM, Boykin DL, Richard EP. Sugarcane Postharvest Residue Management in a Temperate Climate. *Crop Science*, 2009, 49(3):1023–1028。核对USDA ARS原始研究摘要及汇总产糖数据。

<https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=220288>

[18] McNeil MD, Bhuiyan SA, Berkman PJ, Croft BJ, Aitken KS. Analysis of the resistance mechanisms in sugarcane during *Sporisorium scitamineum* infection using RNA-seq and microscopy. *PLOS ONE*, 2018, 13(6):e0197840。核对开放全文、人工接种表、图1及许可。

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197840>

[19] Tippayawat A, Jogloy S, Vorasoot N, et al. Timing and Duration of Drought Differentially Affect Growth and Yield Components Among Sugarcane Genotypes. *Plants*, 2025, 14(5):796。核对开放全文、水量与表4；未采用单位表述有疑点的其他表项。

<https://doi.org/10.3390/plants14050796>

[20] Khontiang K, Ketrot D, Tawornpruek S, Wongleecharoen C, Inboonchuay T, Wongsuksri A. Influence of foliar and soil potassium fertilizer on ratoon sugarcane performance: yield, quality, and nutrient uptake. *Frontiers in Soil Science*, 2025。核对出版方全文、设计及表3和表4。

<https://doi.org/10.3389/fsoil.2025.1502972>

[21] Dlamini NE, Franke AC, Zhou M. Impact of soil type and harvest season on the ratooning ability of sugarcane varieties. *Experimental Agriculture*, 2024, 60:e15。核对出版方全文；商业生产数据观察分析。

<https://doi.org/10.1017/S0014479724000127>

[22] Olivier FC, Singels A. The effect of crop residue layers on evapotranspiration, growth and yield of irrigated sugarcane. *Water SA*, 2012, 38(1)。核对期刊全文、蒸渗仪设计与结果；重复限制单列。

https://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1816-79502012000100010&script=sci_arttext

[23] JIRCAS. Sugarcane white leaf disease management manual相关发布资料，2021年3月29日。核对研究机构关于泰国健康种苗、检测与繁育体系的报告；不作为防治增产试验。

<https://www.jircas.go.jp/en/reports/2020/r20210329>

[24] South African Sugarcane Research Institute. Eldana Manual Updated. 2020。核对官方技术发布说明；地区性综合管理资料。

<https://sasri.org.za/eldana-manual-updated/>

[25] Dinardo-Miranda LL, Pivetta JP, Fracasso JV. Economic injury level for sugarcane caused by the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). *Scientia Agricola*, 2008。核对期刊原始研究页面、两试验设计和历史经济损失水平；不转用历史药量。

<https://www.scielo.br/j/sa/a/mqMtJ3dFMYPDdfbqRP9WPBp/?lang=en>

[26] Sugar Research Australia. Viruses to aid biological control of major root-feeding pests of sugarcane. 官方研究项目资料，访问日期2026年9月27日。用于说明研发状态，不作为已验证商业防效。

<https://sugarresearch.com.au/research/viruses-to-aid-biological-control-of-major-root-feeding-pests-of-sugarcane/>

LC-SOURCES L01-L16与B01-B02科学来源

生命周期及修订来源·R4及本次官方资料核对

L01 OGTR : The biology of sugarcane

官方生物学资料；器官、生长与繁殖背景；不是逐节施肥表。

https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/files/2021-07/the_biology_of_the_sugarcane.pdf

L02 SRA : Sugarcane Advisor Information Kit

官方栽培资料；种段根与新梢根等概念。具体参数需按当地条件核对。

<https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2017/09/Sugarcane-Advisor-Information-Kit-FINAL.pdf>

L03 SRA : Nutrition Manual , 2022

官方营养手册；养分形态、土壤检测与营养管理；不跨地区照搬推荐量。

https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2022/04/2022_SRA-Nutrition-Manual_F2.pdf

L04 Valarmathi 等 , 2023 : 甘蔗与近缘材料的新梢根比较

全文；温室材料、根系结构和发生时间；商业品种与野生近缘材料分别解释。

<https://www.nature.com/articles/s41598-023-39970-1>

L05 Leite 等 , 2016 : Nutrient Partitioning and Stoichiometry in Unburnt Sugarcane Ratoon at Varying Yield Levels

全文表3；巴西三个地点年度的第一宿根，地上部养分积累；不是根系总吸收量或施肥推荐。

<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00466/full>

L06 Brackin 等 , 2015 : Nitrogen fluxes at the root-soil interface...

全文；根际氮通量与离体/完整根吸收试验；本版只用供给与吸收能力并不等同的结论。

<https://www.nature.com/articles/srep15727>

L07 Zheng 等 , 2025 : 芽与种段根异时发育的多组学研究

沿用既有宿根书已核对全文及原图；室内种段材料。原图1、4，CC BY 4.0。

<https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1551783>

L08 Yang 等 , 2021 : 切割深度、根系与宿根产量

全文及既有宿根书；云南开远，YZ081609，人工切深、两季宿根。不能直接变成全地区机收刀位。

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0238085>

L09 JIRCAS / NARO : Harunoogi 高宿根产量品种 , 2019成果

研究机构原表；新植、第一、第二宿根汇总年份不同；只作当地品种案例。

https://www.jircas.go.jp/en/publication/research_results/2019_b06

L10 Wonprasaid、Xie、Machikowa , 2023 : 甘蔗灌溉系统六年试验

出版方摘要；泰国2015—2021，新植加5季宿根。未取得逐年完整表，不能补造中间年度数据。

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12355-023-01266-z>

L11 Tillage systems and straw levels: soil biological quality and sugarcane yield , 2026

全文；巴西Dourados , RB966928 , 2014—2019的5季宿根；耕作×留叶。累计糖量不能当作单季蔗产量。

<https://new.scielo.br/j/rcaat/a/HpZjSxNtR48WXHDxVRBySQK/?ilang=en&lang=en>

L12 Inman-Bamber , 1994 : Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane

出版方摘要级；温度与叶片/冠层发育；本版不据此设全球统一基温。

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378429094900515>

L13 Inman-Bamber , 2004 : Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off

出版方摘要级；水分胁迫与生长，不能推导固定3—5米终高。

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429004000589>

L14 SRA : Sugarcane root systems and compacted soils , 2019

官方根系与压实资料；结构、根区环境与品种差异。

<https://sugarresearch.com.au/wp-content/uploads/2019/05/Sugarcane-root-systems-and-compacted-soils.pdf>

L15 Wang 等 , 2024 : Soil Biopores and Non-Biopores... Guangxi

沿用保护性耕作手册I14；真实土柱CT图，CC BY 4.0；不是根毛或养分流量照片。

<https://doi.org/10.3390/agronomy14071378>

L16 Wang 等 , 2023 : Sugarcane straw returning... rhizosphere...

沿用保护性耕作手册I13；设施试验、微生物相对组成；不是每克土绝对菌数。

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1133973>

B01 UF/IFAS : Sugarcane Botany: A Brief View

本次新增核对：茎节、芽、根带、种段根、新梢根及根毛区的器官位置。

<https://ask.ifas.ufl.edu/publication/SC034>

B02 USDA Agriculture Handbook 209 : Culture of Sugarcane for Sirup Production

历史官方器官学图5：叶痕、根带、生长环、芽和节间；仅用于稳定形态关系，不沿用历史药剂或管理推荐。

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-A-PURL-gpo20728/pdf/GOVPUB-A-PURL-gpo20728.pdf>

REVIEW 审核与尚需补充的真实材料

本次完成的是92章既有正文的图文整合与节位校正。逐种病虫害真实图鉴、同株逐节数据、当地品种3-5米生长轨迹以及新植到第五宿根连续实测仍需补充。原稿内的待验证方案仍为待验证，不因配图而变为已证实技术。

请按章号和图号提出修改意见。文章、图片、数据、图注与使用范围全部获得你的明确审核通过后，才开始制作视频。当前没有制作视频，也没有对外发布。