

蔬菜育种

谭其猛编著



农业出版社

蔬 菜 育 种

谭其猛 编著

前 言

蔬菜是一类很重要的栽培作物，然而迄今为止，国内外公开出版发行的专门论述蔬菜育种技术和有关的性状遗传规律的书籍却极少见。据了解，国外曾见于图书目录的蔬菜育种专著仅有三、四本，且都是五、六十年代的版本；在国内，也只有两本，是六十年代初出版的全国农业高等院校的试用教材。广大蔬菜育种工作者想要多知道一些能指导实践的育种科学理论，也苦于无书可读。而积极提高育种技术水平，加速繁育出抗逆性强、优质高产的蔬菜品种，以适应农业机械化，满足人民生活水平日益提高的需要，是摆在育种工作者面前的一项迫切任务。这就是编著本书的动机。

蔬菜种类很多，其中各地普遍栽培的也有几十种，本书选编了其中的八种，分别代表七个科的无性繁殖和有性繁殖，雌雄同花、雌雄异花同株和雌雄异株，自花授粉和异花授粉，风媒传粉和虫媒传粉，叶用、果用和根用，鲜食用和加工用等与育种方法有关的不同类型。这样可以使读者在进行其他种类蔬菜的育种工作时，能从中得到一些启发和借鉴。

本书是以实际从事蔬菜育种的科技工作者为主要读者对象，因而属于一般育种基础知识，这里就不再赘述。在编纂体系上为更便于读者联系实际，采用了以选育目标为主的分节叙述法。当然，把丰产性选育和抗病性选育等分节叙述，并不意味着可以用单一性状作为选育优良品种的目标。由于所引用的资料来源较多，故不列文献目录，仅在引述处注明著者和年份，使读者需要时有处查阅。

目 录

第一章 大白菜	(1)
第一节 良种繁育	(1)
第二节 品种分布和引种	(22)
第三节 丰产性选育	(40)
第四节 抗病性选育	(90)
第五节 远缘杂交和引变育种	(98)
第二章 番茄	(110)
第一节 品种资源和远缘杂交	(110)
第二节 丰产性选育	(119)
第三节 早熟性选育	(147)
第四节 抗病性选育	(159)
第五节 高品质加工用和适于机械化栽培品种的选育	(169)
第六节 引变育种	(180)
第三章 黄瓜	(193)
第一节 良种繁育	(193)
第二节 丰产性选育	(202)
第三节 抗病性选育	(224)
第四节 无苦味性的选育及其他	(237)
第四章 圆葱	(244)
第一节 良种繁育	(244)
第二节 品种资源和引种	(257)
第三节 丰产性选育	(272)
第四节 耐藏性选育及其他	(294)
第五章 菜豆	(307)
第一节 良种繁育	(307)
第二节 丰产性选育	(310)

第三节	抗病性选育和远缘杂交	(320)
第四节	品质及其他性状的选育	(329)
第六章	胡萝卜	(341)
第一节	良种繁育	(341)
第二节	品种资源和引种	(348)
第三节	丰产性选育	(351)
第四节	品质选育	(359)
第七章	菠菜	(364)
第一节	良种繁育	(364)
第二节	品种分布和引种	(368)
第三节	丰产性的选育	(368)
第四节	不易抽薹性的选育	(366)
第五节	抗病性和品质选育	(392)
第八章	马铃薯	(395)
第一节	良种繁育	(395)
第二节	种类品种资源和引种	(429)
第三节	种间杂交、自交、双单倍体和引变育种	(439)
第四节	抗病性选育	(449)
第五节	早熟性、丰产性和其他性状的选育	(479)

第一章 大白菜

第一节 良种繁育

一、与良种繁育技术有关的开花结实习性

(一) 花序分枝习性和花数 大白菜种株从伸长茎的顶芽和侧芽以及短缩茎的叶腋发生许多总状花序，这些花序大多再分枝1—3次而形成复总状花序。花序的多少，因品种和植株生长条件而异，例如沈阳地区的春植“小白口”结球母株，大多在12—20个之间，平均15个；河头和大雉菜大多在15—25个之间，平均20个。春季春化露地直播种株的花序数常比同期定植的结球母株要少，并且随着播期的延迟而花序数量也显著减少，5—6月播种的春化植株往往只有1—3个花序。结球母株随着春季定植期的延迟也有花序数量减少的趋势，只是差异不及春化直播那样大。植株上各花序分生侧枝的能力，则从梢部向基部逐渐增强，梢部的几个花序上往往没有分枝，由此往下，除最基部一、二个花序外，不仅一级侧枝的数量渐渐增加，并且出现二级甚至三级侧枝。据田文仲等（1964未发表）调查：五株“小白口”结球母株的下部花序上，平均每一花序有7个一级侧枝。就一个花序来讲，分枝多则花数也多，所以植株上各花序的花数是从上向下逐渐增多的，但顶花序比最上部几个花序的花数要稍多些。最基部一、二个花序的花数则比较少。上述五株“小白口”的各花序花数的趋势是，从顶向基部第1花序为86.8，第2、3、4三个花序平均每序为43.3，第5、6、7三个花序平均每序为85.6，第8、9、10三个花序平均每序为136.2，第11、12、13、14四个花序平均每序为220.7，第15花序则为125.6。由于植株上各花序的分化形成顺序是从短缩茎顶端开始的，因此当花序数减少时，减少

的则是下部的花序，从而使单株的开花数、结荚数和种子产量大大降低。一级以上侧枝的多少，还随播种、定植期和株行距的大小而有所不同，一般播种定植的越晚、株行距越密，则一级以上的侧枝就越少。由此可见，如果仅从单株种子产量来考虑，则露地播种、定植期愈早、密度愈稀，种子产量就愈高。

单株花数通常在1,000—2,000朵之间，但因受生长条件、定植时期和密度等的影响，往往变化很大。例如提前在温室定植的母株，由于生长期延长而花数常超过2,000朵，露地定植晚或气温升高得很快的地区，花数常少于1,000朵。全株花数的多少主要决定于花序数和分枝数。就一个植株上各级花枝的花数分布来讲，调查的五株平均数是：主枝（直接着生在植株中轴上的枝条）占32%，一级侧枝占54%，二级侧枝占14%。当然比例数是随地区气候条件、定植期、株行距、栽培管理措施和品种等因素而变化的，例如生长期较长地区或株行距较大时，二级以上侧枝花的比例将增大。但这一比例可以代表多数情况下的大致趋势，也就是说分布在第一次侧枝上的花数对单株总花数起着很大的影响，而主枝与一级侧枝花合在一起占全株花数的极大部分。从上述情况说明，种子产量的增加，主要决定于主枝和一级侧枝是否得到良好的发育。

根据平均单株总花数可以大致估计在通常栽培条件下的最高单株种子产量。如果按1,500朵花全部结成荚果，并且所有胚珠都受精发育成种子计算（每花按平均25个胚珠计），则总共可得37,500粒种子，千粒重如按3克计算，则单株产量可达100克以上。实际上是不易达到这么多的，因为花数可能少于1,000朵，更不是全部花都能结成有效荚果，所有胚珠都能发育成种子，通常若能达到60—70克，产量已经是很高了。但是可以看到对少数植株如果给予特殊良好条件，高倍繁殖的潜力是很大的，在育种和良种繁育过程中有时就利用这一习性，从少数植株获得大量的种子。

（二）花期和结荚率 大部分植株上各花序的始花期是从顶向基逐步延迟的，通常顶花序与基部花序的始花期约相差5—10天，也可能有小部分植株各花序的始花期相同，或下早上迟或中早上下

迟。就一个复总状花序来讲是主枝花先开，然后一级侧枝和二级侧枝。就一个分枝来讲开花顺序是自下向上的。在通常露地栽培条件下，每天在每一分枝上开2—4朵花（偶有开5—6朵者），单株花期约20—30天。在开花初期开放的主要是各花序主枝上的花朵。在盛花期开放的，大部分是一级侧枝上的花朵（除末梢花外）和部分主枝顶梢的花朵，以及少数二级侧枝上的花朵。在后期开放的是一级侧枝上的末梢花和大部分二级以上侧枝的花朵。愈晚开放的花，由于气温升高、花期雨水较多和争夺养分、水分等关系，不仅受粉受精率愈低，结荚率和胚珠受精率也大大降低，并且角果和受精胚珠到收获期也不能充分长成，变为无效荚果。由于开花顺序是先主枝，后一级侧枝，再二级侧枝，所以有效结荚率也是主枝稍高于一级侧枝，而一级侧枝则显著高于二级侧枝。主枝和一级侧枝之间之所以差异较小，是因为主枝基部花常多无效。就一个分枝上各部位花的结荚率来讲，一般是中下部高，而梢部显著降低。由此可见，植株上的有效种子主要是从主枝和一级分枝的中下部花获得的，除上部花序主枝基部的一些花以外，愈早开放的结荚率愈高，种子愈充实饱满。因此，合理密植抑制二级侧枝的发生，对单株种子产量的影响不大，而可显著增加单位面积产种量。合理密植还能提高大粒种子所占的百分率。在劳动力许可的条件下，如有可能摘去各分枝梢部花和二级以上侧枝，有利于提高种子质量，这措施老农叫做“打尖去围”。

由于同一品种内株间花期有早有晚，一个品种的花期一般可延长30—40天。因此，在通常情况下，在同一年内采用花期隔离防止品种间杂交就比较困难。如果由于条件的限制不得不在同一地块上同一年内繁殖两个品种，而又缺乏网罩等隔离设备，则可以用整枝法勉强达到花期隔离的要求。办法是把一个需种量较少的品种在4月上旬定植，另一品种在四月下旬定植。对前一品种把第七或第八花序以下的花序全部在抽生初期摘除，并把剩下的花序摘去梢部 $1/5$ — $1/4$ 。这样可以控制花期在15天左右结束，它的单株种子产量约为未处理株的25%左右，通过多留种株、合理密植的办法，单位

面积产种量还可以稍稍提高。对后一品种则采取摘除早期抽生的花序花枝的办法。如果前一品种用母株采种，后一品种用春播采种，再结合整枝法就能达到较有效的花期隔离。

(三) 其他值得注意的种株性状

1. 株态 大白菜种株由于各花序生长势强弱不同而有各种株态，这在始花期表现最为明显。两种典型株态是塔形和扫帚形，塔形株的中轴生长势很旺盛，抽薹初期是单茎挺立，其后从主茎叶腋间萌发侧花序，各花序的开花顺序是从顶部向基部逐渐延迟，扫帚形株的中轴生长势很弱，抽薹初期就从植株基部同时发生几个花序，并且愈近基部的花序愈长，使整个植株的顶部略呈平面形似一扫帚，各花序同时开花或基部花序先开。在这两种典型株之间有各种过渡类型。显然这些株态类型是由短缩茎上顶芽和侧芽的相对优势造成的。这种种株株态差异对于秋季植株的生长发育和结球性等究竟有怎样的相关性，目前还缺乏有关研究资料。初步推测是：种株侧芽萌发性强可能与秋季植株的腋芽萌动早有直接相关，而秋季腋芽萌动早是一个能遗传的不良性状，严重者则使叶球松散，轻者则使球内叶腋间带芽，更轻者则易引起贮藏期间脱帮，因此对扫帚形种株应该淘汰。

2. 基生叶多少 观察大白菜开花初期的种株可以发现：有些植株是先发生十多片类似秋季叶片的基生叶然后抽薹的；有些植株则直接抽生花茎而无基生叶，当然在这种典型株之间也有各种过渡类型。这种种株性状究竟与秋季植株的生长发育和结球性等有什么相关，目前也还缺乏研究。初步推测是：无基生叶可能是由于秋季花芽分化较早，到收获时所有叶原始体都已长成球叶，因而春季萌发时就再没有叶片可以发生了；多基生叶者可能是秋季花芽分化较迟，到收获时还有很多叶原始体未长成球叶，这些叶原始体在春季定植后得到继续生长而形成基生叶。如果这种判断是正确的话，那末无基生叶株的种性应该是球叶数较少，而大多数是比较早熟的；多基生叶株的种性应该是球叶数较多，单株增产潜力较大，而大多数是比较晚熟的。这些推测可以作为根据品种特性和当地秋季生长

条件进行种株选择的参考。

3. 茎生叶形态 在实践中，可以看到不仅在品种间，而且在同品种内，种株的茎生叶是多种多样的。关于这种性状与秋季植株性状的关系也还缺乏研究。初步观察发现茎生叶的色泽是与秋季叶色直接相关的，至于茎生叶片的形态和大小与秋季植株的关系，初步推测可能与菠菜的纯雄株和营养雄株相似，即基生叶愈大，愈似基生叶者，可能是单株重量较大，或增产潜力较大，是较晚熟的类型。

在繁育良种或选育新品种的过程中，对种株相关性状进行选择，可以大大提高选择的效果。当然，上面所说的暂时只能作为株选参考，因为都还没有经过分类型的前后代比较试验。

二、几种不同采种法

(一) 不同采种法的栽培管理特点

1. 结球母株采种法 这也叫大株采种法。这种采种法是在秋季培育母株达到叶球长成的程度，然后贮藏过冬，下一年春季再栽植种株（栽子）采种。下面分母株培育圃、窖藏期和采种圃说明与一般菜用栽培不同之处。

母株培育圃：

(1) 播种期 在繁殖生产用种时，中晚熟品种的播种期可以与菜用栽培相同，或迟3—5天；早熟品种应该比菜用栽培迟1—2星期。原则是保证到收获时叶球能长成的前提下适当晚播。以沈阳地区而言，中晚品种不宜晚于8月10日，早熟品种不宜晚于8月15日。所以要适当延迟播期，目的是为了减轻病害，使母株不致过于衰老，较耐贮藏，以提高种子产量和播种品质。播种不能过迟，因为收获时叶球尚未长成，就不能根据球形、株重、叶球紧实度等进行选择。

在繁殖原种时，对于主要的早熟种（供应八、九月份淡季和十月份上市的）和抗病的中晚熟种应该比菜用栽培提早3—5天播种，或同时播种。因为对于这类品种的要求是耐热抗病，如果原种繁殖采用晚播，经过多代以后，它的耐热性抗病性就会退化。就是一

般的中晚熟品种，也不宜比菜用栽培晚播。因为晚播使生育期缩短，在生育期缩短条件下选留的结球充实株实际是品种内较早熟的类型，这样连续多代选留下去，易使品种的株重和球重变小。但是播期提早，而仍在通常收获期选留结球充实株，则实际生育期是延长了，这样繁殖下去，这个品种的结球性能就有减弱的危险，因此结合适期早播应该把选株期也适当提前。对于主要用于接晚茬的早熟品种，则可以与菜用栽培同时播种，或稍晚几天，因为对于这类品种的要求是能在较低温度下、较短时期内迅速形成叶球，晚播有利于保持和加强这一特性。

(2) 株行距 繁殖生产用种时与菜用栽培相同，有时为了增加单位面积内生产的母株数以降低种子成本，可以稍缩小株行距，但不宜相差过大。繁殖原种时株行距应稍大于密植丰产田，使植株能健全发育，充分表现其种性，以便于去杂去劣。如菜用栽培每亩为3,200株时，生产用种约为3,200—3,600株，原种约为2,800—3,200株。

(3) 施肥 施肥的原则是氮肥稍低于菜用栽培用量，同时适当增施磷钾肥。磷肥的供给在种株的整个生育期内前期比后期更重要，因此秋季培育母株期内最好能每亩施用30—40斤过磷酸钙作基肥。母株培育期间之所以适当少施氮肥是为了避免植株发育不充实，影响耐藏性和第二年种株生长，所以秋季雨水较多地区，有时甚至选择较瘠薄土来生产采种母株。另外，土壤过于肥沃则经多代繁殖后，易降低品种的耐瘠性。相反，如果氮肥过少，土壤肥力过低，则影响叶球充实度，不利于去杂去劣，并且多代繁殖下去，易使品种变小变早熟。

(4) 灌溉 菜用栽培为了提高产量后期灌水较勤，会降低种株的耐藏性，并且春季定植后种株死亡率较高，因此种用栽培达结球中期后，应该停止灌水或减少灌水次数。

(5) 收获 母株收获期应较菜用栽培提前2—3天，以防受冻影响贮藏。在菜用栽培田内选留母株时，更需要先把留种用株提前选出收获，然后把剩余株作商品菜处理。收获时连根拔起放倒，就

地晾晒2—3天，然后集中在露地堆垛，根向内头向外成双行长垛或圆垛，高约1米，根部盖帘防冻。每两三天倒垛一次，根据天气情况，适时入窖。

(6) 选优或去杂去劣 对生产用种的母株，要在收获前进行一次去杂去劣，淘汰株态球形显然不符合本品种性状、生长不良、叶球不充实和感病株。收获后在晾晒过程中，再淘汰有蛆株和病株。对原种母株培育圃的植株在收获前按本品种的特性选择最优株约2—3%（这是该品种每年保持稳定栽培面积情况下的选优率，如果该品种将扩大栽培面积则应增大选优率），这些植株经过收获后的复选、窖内选、春季采种圃选，最后收获的是原种种子，供秋季再播种原种母株培育圃之用。原种母株培育圃内经选优后剩下的植株经田间和以后的去杂去劣，明年收获的种子可作为繁殖用种或生产用种。收获前的田间选优或去杂去劣应该在晴天下午进行，因为上午植株含水量大，叶片脆硬，在行间走动容易碰伤。

窖藏期：

(7) 窖内选 主要根据耐藏性（脱帮、裂球等）和感病性淘汰不良植株。

(8) 切菜头 立春后或母株定植前一两个月，要把球上部切去，这是为了便于定植后新叶和菜薹容易伸长和抽出。切头时期过早则气温低，菜心易受冻害，伤口也不易愈合，往往使以后种株生长衰弱，影响采种量。切头过晚则球内菜薹已伸长，往往会把主薹切掉，也影响采种量。切头方法虽有一刀平头切、二刀楔形切、三刀塔形切和环状切等几种，但对结球母株以三刀塔形切为最通用，效果也较好。切法是在“葫芦头”上2—3寸处转圈斜切三刀，使剩下部分呈塔形。留帮的高度应根据切菜头的早晚而定，切头时期愈晚，留帮应愈高，否则易伤薹。

(9) 晾晒栽子 定植前约半个月可使窖内白天通风见光以促进伤口愈合和植株复苏。到定植前约一星期排列栽子于窖外，根朝下头向上，根部稍盖土并使后排菜头压盖前排菜根，白天晒晚上盖帘约经3—4天，到植前2—3天晚上也不盖帘子。这种方法据哈

尔滨农业科学研究所报告能降低种株冻害率9.5—13%，提高种子产量14—23%。这种方法在种株露头定植的情况下可能是合适的，通常在埋头定植的地区一般都不采用。

春季采种圃：

(10) 定植期 大约在10厘米处土温达6—7℃时可以定植，沈阳地区约在4月上旬。在不至受冻的前提下，早定植则根部发育较好、死亡率较低、花序分枝较多、种子产量较高、种子较充实。

(11) 定植深度 早栽可埋头深植以防冻，晚栽宜露头浅植。砂性土宜稍深植，粘性土宜稍浅植。风大地区宜稍深植，风小地区可较浅植。通常是栽子顶部与垄面平，然后在株上稍盖土或马粪。

(12) 定植距离 一般认为宜稠不宜稀，因为结球母株采种往往会有些缺株，如果定植较稀再加缺株就影响种子产量。另外盛花期后，地上部分枝多易受风害，春季风大适当密植则植株可相互支持，不易倒伏或吹折。根据各地采用的株行距及其种子产量来看，以60×25厘米或40—50×30厘米较为合适，即每亩4,000—5,000株。

(13) 灌水培土 一般定植当时多不灌水以免降低土温，但干旱地区沙性土和晚栽浅栽的情况下应该灌水。不灌水者定植后应踩紧根边土壤。到茎伸长约10厘米时应该灌一次水，但水量不宜过大，以防降低土温。灌水后铲地、培土根旁的空隙要踩紧。到植株封垄前应铲趟二、三次。整个花期内约浇水2—3次，盛花期后，在果实种子发育期间，如果土壤不过于干旱，可以不浇水，即老农所谓“浇花不浇籽”。

(14) 施肥 种株定植前施基肥，每亩约施土粪10,000斤、过磷酸钙30—40斤、草木灰30—40斤。据日本岩田正利等报告：开花終了后再施磷肥已完全不起作用，而白菜最需钾肥的时期是从花芽分化后到始花期这一段时期，所以磷、钾肥以作基肥施用为宜。据北京农业大学报告：施基肥者种子产量比不施者高30%，而且后代生产力也较高。追肥二次，用粪水或硫酸铵，一次在茎高10厘米时，一次在盛花期。据陆志豪试验报告（1958）：增施二次追肥者

比不施追肥者种子产量高16%。

(15) 防治病虫 软腐病和菌核病往往种株带病，使定植时防治不起多大作用，主要是发现病株后拔除，并在穴内撒石灰消毒。霜霉病通常不及秋季严重。主要虫害是小菜蛾和椿象，可喷一、二次敌百虫，但害虫不多时花期应避免喷药，否则影响蜜蜂传粉。小菜蛾可用100亿孢子/克的杀螟杆菌500倍液喷射防治，有兼治菜青虫的作用而对蜜蜂无害。

2. 半结球（中株）和未结球（小株）母株采种法

(1) 播种期 半结球母株采种要求母株在收获时达到半结球状态，因此播期较结球母株采种法约迟一星期左右。以沈阳地区为例，中熟品种约在8月中旬，早熟品种约在8月下旬。未结球母株采种法的母株在越冬时仅10—20片莲座叶，因而播期更迟。在沈阳地区，中熟品种约在8月下旬，早熟品种约在8月下旬至9月上旬。越冬母株过小，则贮藏时死亡率高，过大则与半结球采种无大区别。

(2) 密度 由于生育期较短，所以密度可以较大。半结球母株采种可以比结球母株采种增加株数15—30%，未结球母株采种每市亩可达1万株。未结球母株采种法常采用条播后间苗的方法以增加单位面积生产的母株数。

(3) 越冬 半结球母株采种法的母株，一般都与结球母株同样窖藏越冬，仅冬季温度对白菜无冻害地区可以露地越冬。湖南长沙、邵阳等地是采用半结球母株露地越冬采种的。未结球母株采种法，据报在山东济南和河北保定以南就可以采取露地保护越冬。据河北省衡水农科所报告(1963)，年平均气温在13℃以上，最低气温在-16℃以上为安全露地保护（盖草2—3寸）越冬区。露地越冬株的大小以9—14片叶者死亡率最低，早播大苗和晚播小苗的死亡率都较高。能够安全露地越冬的地区以采用露地越冬为宜，因为可以省去贮藏的麻烦和损失。不能露地越冬地区的贮藏法以活窖贮藏较为安全，沟窖埋藏往往由于受冻或伤热而种株大量死亡。小株活窖贮藏时不能象大株或中株那样堆垛，最好采用架藏或装框贮藏，以

便倒菜。

(4) 切菜头 半结球株经堆垛贮藏后都已压扁，所以可以采用二刀法切成楔形。小株都采用一刀平头切，切去约株高的 $\frac{2}{3}$ 。

(5) 春季种株定植密度 半结球母株每市亩5,000—6,000株，未结球母株每市亩8,000—10,000株。

(6) 肥水 母株培育阶段可适当减少追肥灌水次数，小株采种往往不灌水。春季采种圃的肥水管理大体上与结球母株采种相同。

3. 春直播采种法 这是当年春季播种，当年6—7月收获种子的采种法，所得种子通常称为“娃娃籽”或“顺籽”。采种圃最好在去年秋季施入基肥耙平镇压，到春季定植前施入速效性肥料后随即起垄或作成池畦。播期在沈阳地区为4月上旬，播期愈迟则种子产量愈低，质量愈差。一般都采用条播，每亩用种约 $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ 斤。间拔二次后每亩育苗约8,000—12,000株。

春直播采种又可分为种子先经过春化和不经过春化两种方法。种子春化的条件是使萌动种子在 $0-4^{\circ}\text{C}$ 下经过15—30天。在这范围内春化期愈长，则植株的抽薹开花愈整齐一致，但管理不得当则春化期愈长种子萌芽愈长不便于播种。温度虽在 15°C 以下都能进行春化，但较高温下完成春化较慢，并且萌芽过长，所以最好保持在 $0-4^{\circ}\text{C}$ 之间。具体的方法是先浸种1—2小时（浸种时间过长芽易伸长），然后在 $15-20^{\circ}\text{C}$ 催芽约12小时，达到有10%的种子稍露白尖时，就可以放在低温（ 0°C ）条件下进行春化。种子量少，有冰箱设备的可以放在冰箱内进行春化，但要注意不使种子干燥。大量种子的春化可以在菜窖内进行，但最好采用冻土内埋藏法。即在上一年秋季挖约一米宽的沟，深度要达到第二年播种时土温尚在 0°C 左右之处（沈阳地区约深1米），然后在土地开始封冻时把松土填回沟内。要进行春化时挖出松土，在沟底铺一层秫秸，种子装入麻袋放在秫秸上，厚度约2—3厘米，袋上再铺一层秫秸，然后填回冻土并稍踩实（表1）。

4. 春育苗移植采种法 这是先在阳畦内育苗，到无冻害危险时

表1 白菜春化采种量与春化温度和天数的关系

(引自佳木斯农科所 1962)

	0—1℃	5—7℃	10—11℃
30天	417% (96%)	389% (93%)	221% (70%)
20天	415% (95%)	266% (92%)	170% (68%)
10天	306% (89%)	167% (82%)	127% (62%)

注：以对照不春化直播作为100%计，品种“二牛心”，括号内数字为6月19日调查的抽薹率，当时对照为53%。

定植露地采种。通常定植时应该有6—7片以上真叶，以沈阳地区4月下旬定植来计算，播种期约在2月下旬到3月上旬。定植密度大致与小株或中株采种法相同。

(二) 各种采种法的实用价值 鉴定上述几种采种法的实用价值，主要应该从以下四个方面来衡量。

1. 种子产量 白菜种子的单位面积产量一般在200斤左右，最高达300多斤。同一种采种法，由于受地区自然条件、播种期、定植期、密度、缺株数和其他栽培管理上差异的影响，产量有高有低，各地几种采种法的种子产量比较，也很不一致，但大致的趋势是：中小株>(>代表大于，以下同)春育苗和春化直播>大株>不春化直播。大株采种就无病而发育良好的植株来讲，单株产种量往往是最高的，这种采种法之所以有时单位面积产量较低，主要是由于缺株和发育不良的种株较多造成的。产生缺株和弱株的原因主要是母株带病和衰老，另外母株春季栽植后受冻或根部透风也是造成减产的原因。因此，必须加强病株淘汰、定植后防冻和根部培土踩实等措施。春育苗和春化直播的单产有时较低的原因，除了栽苗或播种过于粗放造成缺株外，主要是栽苗、播种期和密度不当造成的。春育苗或春直播的花期一般比大株采种法约晚20—30天，花期愈晚则花序分枝数愈少，再加上高温多雨，不利于授粉受精，使结籽数大为减少。因此，春育苗的定植期要在无冻害的前提下尽量提早定

植，春化直播则应该在土壤刚化冻时顶浆播种。春播采种法的植株上花序数少、分枝少，单株结籽数也少，所以必须增加单位面积内的株数，才能保证获得较高种子产量。

2. 种子的播种品质 大白菜种子的千粒重可以达到4克以上，但通常大面积采种的千粒重约在3克左右。这几种采种法的相对比较大致是：大中株>小株和春育苗>春化直播>不春化直播。多数情况下前几种采种法的千粒重差别不大，仅不春化直播法的千粒重显著较低。例如原华北农业科学研究所报告（1956年）：大中小株的千粒重都在3克左右，春化直播的只有2克多一些，不春化直播的还不到2克。当然同一采种法的种子也有大有小，上面所说的只是一般情况下的平均千粒重比较。

种子发芽率除不春化直播法较低外，其他几种采种法无显著差别。

3. 种子生产成本 大株和中株采种法占地时间最长，以沈阳地区而言将近一年。小株采种播期较晚，有些地区可以让前茬留地供应八月淡季，从而降低生产成本。春播采种占地时间最短，但春育苗采种需占用阳畦面积，所以成本比春化直播高。这几种采种法的生产成本高低顺序大致是：大株>中株>小株>育苗>春化直播>不春化直播。

4. 后代生产力 用不同采种法所得的种子播种以比较它们的生产力的实验报告很少，表2是几个报告的汇总资料。

尽管由于调查标准不统一，有些试验误差较大，结果不一致，但大致可以归纳为以下几点。

（1）结球率 大株采种法最高，其次中株采种法，其他几种差别不大。

（2）发病率 春播采种法高于秋播采种法，在秋播采种法内则中小株采种法高于大株采种法。

（3）植株生长一致性方面 是大中株采种法优于其他采种法。

（4）产量方面 虽表内有两个试验的结果与另外两个试验的结果相反，但现在从结球率和发病率等看来，还是结球母株采种法