

# 育苗移栽春玉米高产的生态与生理基础

杨利华

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

**摘 要** 利用塑料拱棚, 人为创造与控制玉米幼苗生长需要的微生态条件, 可使冷凉地区春玉米提前 15~ 20d 播种, 提早 20~ 30d 出苗, 有效积温增加 100~ 180°C, 光照增加 200 h, 灌浆时间延长 10d 左右, 光能利用率是常规栽培方式的 1.26 倍; 移栽春玉米株高降低 13~ 35cm, 穗位下降 15~ 32cm, 结合定向移栽, 可增加种植密度 10%~ 15%, 最大叶面积提早呈现 10d, 全生育期总光合势提高约 10%; 灌浆期间, CGR 提高 88.3%, RGR 提高 6%, NAR 提高 93.6%, LAR 降低 16.7%; 移栽玉米根系发达, 建成早, 衰老慢; 营养和生殖生长关系协调, 同化产物的分配明显偏重于根系与生殖器官, 有利于形成经济产量及提高经济系数。

**关键词** 春玉米 育苗移栽 生态 生理

春玉米育苗移栽技术主要是通过塑料拱棚, 人为创造与控制玉米幼苗生长的微生态条件, 提前播种, 延长生长期, 换种生育期较长、产量相对较高的品种, 以及利用移栽矮化株型的现象合理密植等项综合措施, 实现高产。在年活动积温低于 3200°C、无霜期不足 130d 的冷凉春玉米区采用, 一般可增产 3000~ 4500kg/hm<sup>2</sup>, 增产幅度 30%~ 50%, 甚至 100%。本文从生态与生理角度, 探讨了育苗移栽春玉米的高产机理。

## 1 材料和方法

试验于 1988~ 1990 年在承德市平泉县黄土梁子乡和茅兰沟乡实施。试区位于北纬 41°, 海拔 700m, 全年无霜期 125d > 10°C 活动积温 2800°C。使用品种有中单 2 M o17K 吉 63 烟单 14 等。单因素随机区组设计, 三种栽培方式处理: 育苗移栽、地膜栽培和裸地直播, 均按常规生产管理。记载主要生育时期, 定期定位调查各生育阶段生理指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 育苗与移栽的生态效应

2.1.1 充分利用光热资源 育苗期间, 通过塑料拱棚的“温室效应”聚集太阳能, 减少土壤辐

射热量的扩散和汽化热能的消耗,使苗床内日平均温度比气温提高  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,即使偶遇霜冻 ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),棚内温度也仅降到  $1^{\circ}\text{C}$ 左右,从而避免了早春寒流对幼苗的低温冷害。故此,移栽玉米可提前 15~20d播种,提早 20~30d出苗,截至直播玉米出苗,能够多争取  $100\sim 180^{\circ}\text{C}$ 的有效积温和 200h左右的光照,延长生长期的效果与地膜栽培一样,相当于跨越了一个气候类型区。扣除缓苗影响,多争取的积温和光照仍可以使种植早、中熟类型品种的地区换种生育期长 10~15d的中、晚熟品种。光能利用率提高 26%。

2.1.2 保证土壤养分与水分供给 移栽一公顷地,只需育苗  $300\text{m}^2$ ,故此容易用营养土更换床土,来满足玉米幼苗对各种养分的需求,促进壮苗早发。塑料拱棚还能够防止水分散失,浇足底墒水后,炼苗之前,床土含水量可以保持在 20%左右,完全克服了冷凉地区早春干旱对幼苗生长的不利影响。通过坐水移栽,保苗率在 95%~97%,而直播一般只有 70%~83%。

2.1.3 协调群体密植与个体发育的矛盾 幼苗移栽后有一个缓苗期,此时地上部分生长缓慢,干物质输送明显偏重于根系,致使移栽玉米株型矮化,株高降低 13~35cm,穗位下降 15~32cm。利用移栽矮化株型,结合苗情分级移栽,提高群体整齐度,以及定向移栽,可以明显改善群体通风透光条件,协调高产密植与个体发育的关系,缓解个体间拮抗作用,使种植密度增加 10%~15%。

## 2.2 移栽玉米高产生理基础

2.2.1 根系发育特点 移栽玉米根系建成早,拔节前各性状指标明显优于直播和地膜栽培,干物质输送也偏重于根系,根冠比较高;生育中后期尽管干重低于地膜玉米,但次生根层数、条数仍较多。说明通过移栽矮化株型,促进了根系发育,加强了其吸收和抗倒伏能力。

2.2.2 叶面积及其分布特点 叶面积消长规律:在保护地育苗期间,移栽玉米出叶速率较快,移栽时,可以长出 3~4片展叶,单株叶面积达到  $27.2\sim 46.4\text{cm}^2$ ,而此时直播玉米刚出苗。栽后由于缓苗,叶面积有个暂时稳定的阶段,但很快就能恢复生长。到喇叭口期,叶龄指数比同品种直播高约 12.9%~16.5%,光合潜力最高月(7月)的平均叶面积指数比直播大 15.3%~22.8%,叶面积高峰值的出现日期提前 10d左右(表 1),叶面积指数大于等于 2.5时的有效覆盖持续时间约比地膜玉米长 13d,比直播玉米长 9d。由于根系发达,不早衰,收获以前穗位以下仍保有 3~4片绿叶,单株叶面积和叶面积指数再次高于地膜玉米和直播。移栽玉米株型矮化,穗位以上叶片减少,在密度相同条件下,最大单株叶面积和叶面积指数不如地膜与直播玉米,如烟单 14号分别低 17.7%和 3.7%,中单 2号低 14.9%和 2.6%。这些不足通过合理密植完全能够弥补。

叶面积分布特点:移栽技术特点之一是可以调节叶展向,让叶向与茎向垂直,使叶片规则排列,与随机排列的冠层比较,群体内部阴影小,消光系数和反射系数理论值都有所增加,从而保证了全部个体得以均衡发育,既有利于密植,也有利于提高群体产量。另外,定点观察发现,虽然移栽玉米穗位以上叶片数减少,但“棒三叶”叶面积则比直播高 7.5%左右,致使粒叶组叶面积与单株最大叶面积的比值呈增大趋势。移栽玉米叶面积在群体内的垂直分布比较均匀,80%绿叶面积集中分布冠层的厚度与群体高度比为 0.595,大于地膜玉米(0.576)和直播(0.589),叶面积主要分布冠层内,每 10cm 具有的叶面积指数平均为 0.210,低于地膜玉米(0.219)和直播(0.216),这表明,在叶面积主要分布的冠层内,移栽群体叶片之间的相互影响小,有利于通风透光。

表 1 不同栽培方式玉米叶面积及分布情况

栽 培 方 式	烟单 14号			中单 2号		
	移 栽	地 膜	直 播	移 栽	地 膜	直 播
最大叶面积 (cm <sup>2</sup> 株 )	5124 2	6418 6	5490 6	5940 1	7074 0	6016 8
最大叶面积呈现日期	7/31	7/27	8/10	7/31	7/29	8/11
最大叶面积指数	3 35	4 07	3 48	3 70	4 35	3 80
收获前叶面积指数	2 78	1 20	2 68	3 47	2 28	2 18
单株穗位以上叶片数	4 2	5 3	5 1	4 8	5 4	5 5
“棒三叶”叶面积 (cm <sup>2</sup> 株 )	1925 5	2046 7	1727 0	2099 2	2163 5	1988 9
粒叶组叶面积所占比重 (%)	56 8	57. 6	55. 6	63 4	62 8	60 5

2 2 3 光合势 由于提前播种和出苗,栽后大田即拥有一定的绿色覆盖,使移栽玉米有较长的叶面积持续时间,到各时期的累积光合势和一生总光合势均显著高于直播。受叶面积指数影响,相同密度下,抽雄至灌浆中期的阶段光合势不如直播,但经过合理密植,移栽群体最大叶面积指数、总光合势以及产量等指标则可以达到或超过地膜玉米的水平。表 2是经过密植的掖单 4号移栽与地膜栽培的情况。可以看出,移栽最大叶面积指数及收获期叶面积指数分别比地膜栽培高 14.5%和 22.5%,全生育期总光合势和单产分别超过地膜栽培 10.3%与 177kg/hm<sup>2</sup>。

表 2 移栽与地膜栽培不同时期叶面积指数及累积光合势

日期	移栽(密度: 69000株/hm <sup>2</sup> ,单产 11143.5kg/hm <sup>2</sup> )		地膜(密度: 64500株/hm <sup>2</sup> ,单产 10966.5kg/hm <sup>2</sup> )	
	叶面积指数	累积光合势 (dm <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup> )	叶面积指数	累积光合势 (dm <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup> )
6/29	1.71	478800	1.96	509610
7/9	3.51	765900	3.33	800550
7/26	5.04	1492650	4.40	1457610
8/10	4.86	2235150	4.20	2102610
9/5	4.28	3423360	3.78	3140010
9/24	3.21	4134915	2.62	3748020

2 2 4 CGR、RGR、NAR 和 LAR 指标 移栽玉米群体生长率(CGR)、相对生长率(RGR)、净同化率(NAR)和叶面积比(LAR)四项生理指标也发生了有益的变化,其中灌浆期表现最为明显。从表 3可以看出,灌浆期(8月 11日~9月 8日)移栽玉米群体生长率比直播高 88.3%;相对生长率增大 61%;净同化率增加 93.6%;叶面积比降低 0.0004m<sup>2</sup>/g,相当于单位叶面积上光合产物供给能力增强 16.7%。这些指标的提高对移栽玉米籽粒建成十分有利。

2 2 5 干物质积 表 3 烟单 14号不同栽培方式灌浆期间 CGR、RGR、NAR 和 LAR 指标

栽培方式	CGR(g° m <sup>-2</sup> ° d <sup>-1</sup> )	RGR(g° g <sup>-1</sup> ° d <sup>-1</sup> )	NAR(g° m <sup>-2</sup> ° d <sup>-1</sup> )	LAR(m <sup>2</sup> /g)
育苗移栽	23.56	0.0151	7.55	0.0020
地膜覆盖	23.88	0.1270	8.47	0.0015
直 播	12.51	0.0094	3.90	0.0024

累与分配特点  
全生育期间,移栽玉米单株干重和群体生物产量一

直高于同品种直播;干物质积累速率除喇叭口期(7月 17日)至灌浆初期(8月 11日)较低外,其他阶段以及大田生长期间平均值均高于直播;光合产物向根系和生殖器官的分配比率也明显高于直播 以烟单 14号为例(表 4),苗期 6月 1日、16日测定,移栽玉米单株干重分别是直播的 4 7倍和 2 4倍,根干重是 5 3倍与 3 1倍,地上部干重是 4 2倍及 2倍;其间单株干重平均日增重 0 2g,是直播的 2倍;根干重占单株干重比重,移栽玉米分别为 50 4%和 43 8%,直播仅为 44 4%与 33 6%。喇叭口期(7月 17日)、灌浆初期(8月 11日)测定,除根干重及其所占比重高于直播外,雌穗干重分别比直播高 35 7倍和 0 9倍,但茎、叶(含叶鞘)干重及其比重开始低于直播 灌浆期间(8月 11日~ 9月 8日),移栽玉米果穗和根干重及其比重仍高于直播,果穗平均日增重比直播大 0 7g,根干重衰老较直播日平均低 0 15g 上述数据表明,移栽玉米株型矮化后,能够促进根系早期建成,延缓后期衰老;生长中后期,生长中心转向生殖器官,地上部分营养器官干重变得不如直播,营养生长和生殖生长关系协调,同化产物的积累与分配有利于形成经济产量和提高经济系数。

表 4 不同栽培方式玉米各器官干重及其变化

栽培方式	取样日期	根(g)	茎(g)	叶(含叶鞘)(g)	雄穗(g)	雌穗(g)	单株干重(g)	群体干重(kg/hm <sup>2</sup> )
移栽	6/1	0 64	—	0 63	—	—	1 3	83 0
	6/16	1 55	—	1 99	—	—	3 5	231 5
	7/17	19 4	19 7	36 3	3 6	1 1	80 1	5237 3
	8/11	27 0	48 8	51 1	4 9	61 0	192 8	12606 2
	9/8	25 5	57 8	53 4	3 6	149 8	290 1	18968 2
直播	6/1	0 12	—	0 15	—	—	0 3	17 1
	6/16	0 50	—	0 99	—	—	1 5	94 4
	7/17	9 40	11 9	31 6	0 6	0 03	53 6	3396 9
	8/11	22 2	69 7	56 3	4 8	31 6	184 6	11699 0
	9/8	17 6	66 6	49 4	4 4	99 9	237 9	15076 9

注:品种:烟单 14号。

2 2 6 移栽玉米库源状况 不同栽培方式玉米库源状况差异明显(表 5)。以掖单 4号为例,移栽玉米穗分化受移栽影响,雌穗小花数 661个,比地膜玉米(676)和直播(673)分别减少 15和 12个,但结实率居高。移栽群体比直播有较大的库容量(1409 8g/m<sup>2</sup>,高于直播 12%)和源供给能力(1132 7g/m<sup>2</sup>,高于直播 16 8%),库源比为 1 24 从库源关系看,源供给能力相对较强,是其高产的优势,库容量相对较低,是进一步提高产量的主要限制因子。

表 5 不同栽培方式掖单 4号雌穗小花数、穗粒数和库源状况

栽培方式	雌穗小花数	穗粒数	结实率(%)	库容量(g/m <sup>2</sup> )	源供给能力(g/m <sup>2</sup> )	库源比
育苗移栽	661	600	91 4	1409 8	1132 7	1 24
地膜玉米	676	581	85 9	1522 4	1132 4	1 34
直播	673	519	77 1	1259 0	969 7	1 30

3 讨论

研究表明,移栽玉米之所以高产,是生态与生理等诸多因素共同作用的结果 同地膜栽培

技术相比,成本低,风险小,无污染。此项技术,符合我国人多地少、精耕细作的具体国情,由于技术内容已经基本完善,在以玉米为主要粮食作物的干旱冷凉地区,应该将其推广视为一项提高粮食产量的战略措施。

### 参 考 文 献

- 1 杨利华. 春玉米育苗移栽技术原理及要点. 见: 中国科协首届青年学术年会河北卫星会议论文集. 石家庄: 河北教育出版社, 1992. 516~ 520
- 2 李伯航, 魏义章. 河北玉米栽培. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1994. 518~ 530

## Ecological and Physiological Basis of Transplanting Spring Corn for High Yield

Yang Lihua

(Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agricultural and  
Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031)

**Abstract** Artificial microecological conditions for growth of corn seedlings were brought about in an arched plastic shed. Under this condition, spring corn can be sown 15 to 20 days earlier, and seeds emerge 20 to 30 days earlier in cool areas. Effective accumulated temperature increases by 100 to 180°C, with lighting 200 hours longer. Grain filling stage prolongs 10 days. The efficiency of energy use is 1.26 times that of the conventional cultivation method. In transplanted spring corn, the plant height is 13 to 35 cm lower and the first ear location height 15 to 32 cm lower. The plant density increases by 10% to 15%. The largest leaf area comes 10 days earlier. The total of photosynthesis increases by about 10%. During the grain filling stage, CGR, RGR, and NAR increases by 88.3%, 61% and 93.6%, respectively, while LAR decreases by 16.7%. The roots of transplanted corn develop well and early, and decline slowly. There is a smooth relation between vegetative growth and generative growth. More assimilation products distribute to roots and reproductive organs. It may facilitate the formation of economic yield and the improvement of the economic coefficient.

**Key words** Spring corn; Raising and transplantation of seedling; Ecology; Physiology