

玉米育種學講義

华中农学院講師刘紀麟編

湖北省农业廳印製

1962.2.

玉米育种学

(湖北省第一届玉米育种技术干部训练班讲义)

第一讲 绪 论

(世界各国玉米生产和玉米杂交育种概况)

玉米是一种高产的粮食、饲料和工业原料作物。由于玉米的用途广泛和适应性强，所以玉米成了世界上分布最广的作物之一，除严寒地区外，大多数国家都有玉米栽培。世界上主要生产玉米的国家，在欧洲有苏联、意大利、罗马尼亚、匈牙利等；在亚洲有中国、印度等；在北美洲有美国、墨西哥、加拿大等；在非洲有南非联邦、阿拉伯联邦等。

世界上玉米栽培面积最大的国家，首先是美国 and 苏联，其次就是我国，现分别介绍如下：

一、美国的玉米生产

玉米栽培在美国农业生产上占有极重要的地位，根据统计资料表明：1958年美国玉米的播种面积为29732000公顷，占总播种面积124,000000公顷的23.8%，约占谷物播种面积的32%。而玉米的总产量为96520000吨，占谷物总产量185776000吨的51.9%，即高于小麦、燕麦、大麦以及其它谷类作物产量的总和。玉米的平均单产为每公顷32.4公担，即每亩431.8斤，也高出上列作物的平均单产一倍左右。

1958年美国谷物播种面积与产量

(表1)

		播种面积	占总播种	产 量	占谷物总	平 均 单 产	
		(千公顷)	面积的 %	(千吨)	产量的 %	公担/公顷	斤/亩
小	麦	21682	17.3	39795	21.3	18.3	243.9
燕	麦	12879	10.2	20643	11.1	16.0	213.2
大	麦	6020	4.8	10243	5.5	17.9	226.6
大	豆	9612	7.7	15633	8.4	16.2	215.9
玉	米	29732	23.8	96520	51.9	32.4	431.8

美国玉米栽培主要分布在玉米地带，包括爱阿华、伊利诺斯、印第安那、俄亥俄、明尼苏达、密苏里、威斯康辛、南达柯赤、列布纳斯卡、肯萨斯等十州的全部和部分地区，在玉米地带中玉米播种面积占美国玉米播种面积的60%以上，其余约40%的玉米播种面积分布在非玉米地带。

在美国玉米主要作饲料用，作青贮饲料栽培的玉米面积约三百万公顷，即占全部玉米面积的10%左右，在其余占90%左右的玉米栽培面积上均收获子粒，收获的玉米子粒中用于养猪的

占40%，用于养家禽的占16%，用于养牛的占24%，用于饲养其它牲畜的占6%，合计起来，在美国玉米子粒总产量的86%均用于家畜家禽饲养，其余14%的玉米子粒则作为加工原料和食用以及作为商品出口。

玉米在美国是最主要的饲料作物，玉米的子粒和青贮物混合了豆科牧草和大豆而成为良好的综合饲料。由于发展了玉米生产，解决了饲料问题，所以家畜饲养业才得到了高度的发展。例如在美国玉米地带的中心爱阿华州，玉米的播种面积占该州全部谷物播种面积的64.8%，而玉米子粒的产量则超过该州谷物总产量的81%。由于饲料供应充足，所以该州每年饲养和在市场出售的生猪约一千八百万头，约占美国全国每年养猪头数的五分之一。1959年在该州养牛达六百八十万头，养羊达五十二万头。

应指出的是，从1937年到1958年，美国的玉米播种面积并未扩大，相反从32986000公顷减少到29782000公顷，即减少约10%。而在这段时期内玉米子粒的产量却从53066000吨增加到96520000吨，即增加约80%。据美国专家计算，除改进农业技术，实行机械化耕作和施用矿物质肥料外，广泛地采用杂交种子播种是玉米增产的主要因素。按最低的估计，美国由于在生产中应用杂交种子，使玉米的产量至少提高了30%。

美国目前在生产中应用的主要是自交系间杂交种。自从1908—1909雪尔(Shull G.)首先建议应用自交系间杂交种于玉米生产之后，易斯特(East E.)和庄斯(Iones D.)在1915年前后提出了配制双交种的方式，玉米自交系间杂交种才有可能在生产中广泛应用。到1920年在美国开始有少数双交种投入生产，到1930年后在生产中应用双交种的数量逐渐增多，如1933年双交种播种面积为57200公顷，只占玉米总面积的0.1%；到1941年双交种播种面积为13653600公顷，占玉米总面积的39.3%；到1951年双交种播种面积已占玉米总面积的81%；到1955年双交种播种面积的比重已占90%左右，而位于美国玉米地带的各州，除肯萨斯列普那斯卡两州外，到1947年玉米双交种播种面积已占全部玉米面积的92—100%。

在美国由于广泛利用了双交种，因而玉米的平均产量也显著提高，根据统计资料说明，从1924年到1933年，十年中玉米的平均产量为每公顷15.7公担(每亩209斤)；而从1942年到1951年，十年中玉米的平均产量为每公顷22.4公担(每亩298.5斤)，即每公顷产量增加了6.7公担(每亩增加89.4斤)。到1953年，玉米的平均产量达到每公顷32.4公担，合每亩431.8斤，即比推广双交种的初期的平均产量增长一倍以上。

美国玉米杂交种的利用和平均产量的变化 (表2)

年 份	杂交种播种面积 占玉米面积的%	平均产量 斤/亩	平均产量增加	
			斤/亩	%
1924—1933	0.1以下	209.1		
1942—1951	46.4—81.0	298.5	89.4	42.7
1953	90以上	431.8	222.7	106.5

美国玉米双交种种子的生产，是由资本家经营的种子公司负责的。按照双交种配制的程序，双交种种子的分工如下：

1. 各州科学研究机关种子公司，在自己的育种站内培育自交系，进行杂交组合测定。然后在自己的田里繁殖亲本自交系种子并生产单交种种子。
 2. 种子公司在自己的田里和在订有合同关系的农场主的田里生产双交种种子。
- 杂种种子经过国家检验合格后，就可在市场出售。

二、苏联的玉米生产

自1953年以来，苏共中央和苏联政府非常重视玉米的生产，把发展玉米的生产当作发展家畜饲养业的主要手段和提高整个农业生产水平的重要措施之一。因此苏联的玉米栽培面积近年来急剧扩大。1953年玉米栽培面积只有8485000公顷，1958年则为19725000公顷，相当于1953年玉米栽培面积的五倍半（566%）；到1960年玉米的栽培面积扩大到23200000公顷，相当于1953年的八倍（809%）。苏联玉米栽培面积迅速扩大是由于在新区发展玉米生产的结果。苏联玉米的主要产区是乌克兰、俄罗斯南部克拉斯那达尔边区、高加索地区和莫尔达维亚，近年来玉米栽培向北部地区（白俄罗斯和波罗的海沿岸各共和国）和西伯利亚及卡查赫斯坦共和国迅速发展。这些地区由于气候条件的限制和缺乏早熟的杂交种，所以栽培玉米主要作青贮饲料用。根据1958年数字看，全苏作青饲和青贮用的玉米占玉米栽培面积的58.8%，收获子粒的玉米占41.2%。

在苏联玉米的主要用途是作饲料，所不同的是在苏联玉米青贮青饲料的比重比美国大得多。据估计，在苏联作饲料用的玉米占玉米栽培面积的90%以上，其余少于10%的面积（约200万公顷）的玉米作为粮食和工业原料。在苏联由于发展了玉米生产，解决了饲料问题，所以家畜饲养业也能较快地发展起来。统计资料表明，在1953年全苏只有青贮饲料3200万吨，其中几乎没有青贮玉米。到1959年全苏青贮饲料1亿5千万吨，比1953年增加3.6倍，其中有青贮玉米1亿1千4百万吨。以1959年全苏的畜产品和1953年相比，则肉类增加了48%，奶类和动物油各增加了70%，每头奶牛平均挤奶增加了78%。

苏联畜产品的增长与玉米青贮饲料的关系

(表3)

	1953	1959	增 加 %
青 贮 饲 料 总 量	3200万吨	15000万吨	368
青 贮 玉 米	0	11400 "	
肉 类	582.2 "	864.9 "	48
奶 类	3647.5 "	6200 "	70
动 物 油	49.7 "	84.5 "	70
每头牛平均挤奶量	1157公斤	2067公斤	78

历年来苏联玉米子粒的产量和其它谷物比较起来也是突出的，如以1958年为例，该年冬小麦的平均产量为每公顷16.2公担（每亩215.9斤），谷类作物的平均产量为每公顷11.3公担（每亩150.6斤），而玉米的平均产量为每公顷23.3公担（每亩310.5斤），即玉米每公顷的产量比冬小麦产量超出7.1公担（每亩94.6斤），比谷类作物平均产量超出12公担（每亩159.9斤）。

苏联玉米、冬小麦及谷物平均产量比较

(表4)

	1950		1955		1958	
	斤/亩	低于玉米 斤/亩	斤/亩	低于玉米 斤/亩	斤/亩	低于玉米 斤/亩
玉 米	183.9		251.9		310.5	
冬 小 麦	121.3	62.6	168.8	83.1	215.9	94.6
全 部 谷 物	105.3	78.6	113.3	138.6	150.6	159.9

从上表中可以看出，苏联玉米的产量近年来也显著地提高了，如1958年玉米产量每亩合310.5斤，高出1950年126.6斤（68.8%），高出1955年58.6斤（23.2%）。

苏联玉米平均产量的提高，一方面是由于改进了栽培管理措施。但推广杂交种，尤其是应用双交种是极重要的原因。根据苏联国家品种试验委员会，多年来在不同地区进行的数百次比较试验的结果证明，在相同的栽培管理和施肥条件下，推广的品种間杂交种比当地的优良品种增产6—11%；推广的品种——系間杂交种比当地优良品种增产15—19%，但个别特殊优良的品种——系間杂交种增产达34%；而推广的双交种比当地的优良品种增产25—32%。

苏联于1939年开始推广品种間杂交种，以后卫国战争爆发，玉米育种和良种繁育工作都受到阻碍，战争结束后，于1946年又恢复育种工作，到1952年才开始推广双交种。到1961年为止，在全苏共推广了27个玉米杂交种，其中包括：双交种10个，品种——系間杂交种7个，綜合品种1个和品种間杂交种8个。

根据加列也夫(Г. С. Галеев)的统计，苏联在1955年玉米杂种第一代的栽培面积为115000公顷，只占玉米栽培面积的0.6%，以后逐年增加，到1958年玉米杂种第一代的栽培面积已有4401800公顷，占玉米栽培面积的22.3%。根据1958—1960年玉米杂交种子的国家收购量估计，全苏1959—1961年玉米杂交种第一代的栽培面积約为一千万公顷至一千二百万公顷，大約占玉米栽培面积的45%左右。

苏联历年玉米面积、雜交种 F_1 面积和平均产量

(表5)

	玉米面积 (千公顷)	杂交种 F_1 面积		平均产量	
		千公顷	%	斤/亩	对1950年%
1950	4829	极少	极少	183.9	—
1955	17917	115.0	0.6	251.9	+36.9
1956	—	797.9	—	—	—
1957	18272	2522.0	13.7	—	—
1958	19725	4401.8	22.3	310.5	+68.8
1960	28200	12000.0	42.5	—	—

三、苏联玉米育种科学研究工作的发展概况

苏联在第二次世界大战以前，玉米育种工作的主要内容是研究和改良地方品种，从国外引入高产的马齿型品种以及选育品种間的杂交种。当时只有个别的科学研究机关从事自交系的杂交育种工作。经过多年工作后，在1939年苏联才推广了第一批品种間的杂交种。以后因受战争的影响，玉米育种的科研工作陷于停顿。到战争结束后才又逐渐恢复。特别是在1953年以后，由于苏共中央和政府的重视，玉米的育种工作更迅速地发展起来。战后苏联玉米育种工作的特点是工作规模很大，而且研究的方向主要是自交系間的杂交育种。到现在为止，已在生产上大量推广双交种。

根据1961年的报导全苏从事玉米研究工作的研究单位有200个以上，其中有60多个单位进行着玉米杂交育种工作的研究。而最主要的科研机构有全苏作物栽培研究所(ВИР)，克拉斯那达尔农业科学研究所(КНИСХ)，全苏玉米科学研究所(ВНИК)，基森略夫农学院(КИСХ)，奥德萨全苏遗传选种研究所以及哈尔科夫乌克兰作物栽培、遗传选种科学研究所等。现将前四个单位有关玉米育种的科研工作的主要情况分别介绍于后：

1. 全苏作物栽培研究所 (Вир)：

該所是苏联最早从事玉米育种工作的科研机构，在所下設有庫班、苏呼明、烏斯基莫夫、中亚地区和远东地区等五个試驗站。其中以庫班試驗站进行玉米育种工作历史較久，規模也較大。

該所玉米育种工作分两大部分：其一是蒐集和保存来自世界各国的玉米原始材料，进行研究以提供全苏各育种单位应用这些材料；其二是培育玉米自交系和自交系間的育种工作。

該所蒐集世界各国的玉米原始材料，始于1912年，但有系統地和大規模的蒐集工作則是在革命成功以后进行的。在1935年以前共收集到9869份材料，其后20年中又收集到約3000份材料，在1956年一年內又收集了786份材料。現在該所保存有来自64个国家的13000份以上的丰富的玉米原始材料。这批材料如按植物学分类計有：

馬齿型玉米——4626份

硬粒型玉米——5517份

半齿型玉米——360份

甜玉米——940份

爆裂型玉米——330份

粉質型玉米——1205份

蠟質型玉米——13份

有稈型玉米——9份

尚缺少甜粉型玉米的材料。此外，在这批材料中玉米品种占90%，玉米的自交系和杂交种占10%。上列大量的原始材料，在該所初步研究的基础上，然后提供其它单位作玉米育种的原始材料用，統計从1926—1956三十年中由該所提供各科学研究所，各試驗站；各教学机关和国营农場，集体农庄的玉米原始材料达71786份，因而有力的帮助了全苏各有关单位开展玉米育种工作。現在該所对这些原始材料的研究不仅只限于形态学的方面，而开始注意生理和生化特性的研究。在研究和整理的基础上，該所即将刊印包括172个玉米自交系，545个玉米地方品种和156个爆裂型玉米的基本資料的目录手冊。稍后还将刊印近年来从国外引入的玉米自交系資料。

全苏作物栽培研究所庫班試驗站从1930年起开始玉米原始材料的研究和育种工作，但在1946年以前，沒有系統地进行育种工作。从1946—1952年間工作的重点是研究和改良原始材料中的杂种材料，以及研究自交系間什交种的良种繁育的一些問題。1953年以后除进行双杂交种的选育工作以外，还进行了一些玉米育种方法的研究，并特別加深了对自交系和玉米細胞質雄花不孕性的探討。該站在后一阶段中玉米育种工作得到了显著的成就。現在苏联推广的十个玉米双交种，其中九个以“Вир”命名的双交种就是由庫班試驗站单独育成，或与其它单位合作育成的。

目前庫班試驗站有将近300个稳定的玉米自交系。在这批自交系中，大部分是馬齿型的，約占88%，硬粒型的自交系只占4%，甜玉米自交系只占7%，另外还有两个爆裂型的自交系。如从培育自交系的原始材料分类，則75%左右的自交系起源于品种，20—25%的自交系是杂种起源。这批自交系一般均經過6—10代的連續自交。个别引进的自交系則有自交达二十多年的。这批稳定的自交系已广泛地进行了配合力的測定而用于配制杂交种。为了扩大育种的范圍，庫班試驗站目前还进行着选育大量新的玉米自交系的工作。

庫班試驗站的玉米育种工作是由加列也夫专家（Г. С. Галеев）領導进行的，1953年以

后，除繼續双交种育种工作外，該所开始研究細胞質雄花不孕性的玉米类型，这方面的研究工作包括下列內容：1. 測定各自交系对不同类型的細胞質雄花不孕性的反应，再根据反应的情况对自交系分級。2. 把已有的优良双交种的母本自交系轉化成雄花不孕性的相似系，然后把現有的双交种轉化成为利用雄花不孕性的双交种。3. 找出具有恢复雄花可孕性的自交系，并将已有的优良双交种的父本自交系轉化成具有恢复能力的相似系，并用之于双交組合中。

該所关于利用玉米雄花不孕性的育种研究，数年来得到了很大的成就，現已找出了大批能保持雄花不孕性的自交系（保持系），也发现了一些能恢复雄花可孕性的自交系（恢复系）和一些具有部分恢复雄花可孕性的自交系（半恢复系）。該所和克拉斯那达尔农业科学研究所合作，到1960年为止，已将目前推广的大部分双交种和部分品种——系間杂交种轉化成利用雄花不孕性的渗和型的杂交种，还有几个杂交种已被轉化成利用雄花不孕性的恢复型的杂交种。这些杂交种已开始在生产中利用，1960年渗合型的双交种 *вир 42* 的播种面积已达82600公頃，估計最近在生产中利用雄花不孕性双交种的播种面积将急剧扩大。

全苏作物栽培研究所的其它試驗站近几年来也开展了玉米育种工作，其中中亚和苏呼明兩站以选育适合南方的晚熟的双交种为主，烏斯基莫夫站以选育适合草原和森林草原地区以及非黑土地帶早熟的双交种为主，从1957年起也开始了玉米雄花不孕性的研究工作。

2. 克拉斯那达尔农业科学研究所 (ВНИИСХ)：

該研究所是在原克拉斯那达尔国家选种站的基础上成立的，該所的玉米育种工作是由哈德任諾夫专家 (М. И. Хаджинов) 领导的，在1937年以前主要进行玉米引种工作，玉米育种工作始于1937年，1938—1940年間着重研究地方品种，1938—1944年間研究品种間杂交育种。从1941年起开始自交系杂交种的育种工作，旋即受战争影响而停頓，到1945年又重新恢复自交系的育种工作。在1946—1949年間，該所利用战前全苏作物栽培所收集的一批自交系选育出七个双交种和品种——系間杂交种并提交国家品种試驗，其中品种——系間杂交种克拉斯那达尔4号和双交种克拉斯那达尔5号，在高加索地区以及苏联中亚各共和国得到大面积推广。

該所从1945年开始，直到1957年，在利用已有的玉米自交系的同时，也进行选育自己的自交系，先后自交約2500个单株，从其中选出較好的自交系350个左右，并用自己选育的自交系和引入的自交系試制双交种，其中有若干个双交种的产量比最好的双交种 *вир 42* 略高但不显著。哈德任諾夫专家認為，通过多年研究的結果証明，在該所現有的自交系基础上已不可能得到更高产的双交种。因此該所从1957年起又从不同生态型的品种間杂交种以及优良的单交种中选育大量的自交系，以期扩大选育双交种的基础。

克拉斯那达尔研究所在1949—1954年間研究并配制了13个綜合品种，其中克拉斯那达尔1/49号从1953年起已在庫班地区推广。該所也研究了一系列有关配制綜合品种技术性的問題和綜合品种的杂种优势的問題。

1964年以后，該所与全苏作物栽培所庫班試驗站合作，制定了共同的方案，研究利用雄花不孕性的母本配制双交种。先后研究了159个德型的雄花不孕性自交系和146个莫型的雄花不孕性自交系。1953年开始利用恢复系作为父本单交种中的父本系配制了20个双交种和品种——系間杂交种。現在該所在研究利用玉米雄花不孕性的問題上，也和全苏作物栽培所庫班試驗站一样，工作的重点是培育恢复系，并加速轉化恢复雄花可孕性的过程。

3. 全苏玉米研究所 (ВНИИМ)：

全苏玉米研究所是于1956年在乌克兰谷物研究所的基础上成立的，下設有14个选种試驗站，分布在乌克兰、俄罗斯和格魯吉亞等共和国各地。所屬的中央选种試驗站設在距第聶泊尔

彼得罗夫斯克城五十公里的西聶尔尼可夫。該所的玉米育种工作由索科洛夫院士(В.Л.Соклов)領導。

該所自成立以来,玉米育种工作的范围迅速扩大,工作的重点是培育优良的自交系,并利用它們配制杂交种。到1960年为止,該所中央选种試驗站已培育出自交五代以上的稳定的自交系200多个。所屬其它各試驗站也拥有大量的自交3—4代的自交系。目前該所已育成并推广了17个品种和杂交种,还有88个杂交种参加国家品种試驗。

該所研究工作的重点問題之一是选育适于在玉米新区栽培的早熟抗寒而高产的杂交种。由于缺少早熟的自交系,因此用一个早熟抗寒的品种做母本,而以中熟的单交种或自交系做父本,配成品种——系間杂交种。用这种方式配成的杂交种,如第聶泊罗夫斯克182、185和140等,在玉米新区当乳熟期收穫作青貯飼料利用,产量很高。雄花不孕性的利用也是該所玉米育种的重要課題,1960年已有8个具有雄花不孕性基础的杂交种提交国家品种試驗,其中Днепро-вский 30т已于1961年开始推广。

4. 基森略夫农学院(Кисх);

基森略夫农学院的作物育种教研室和所屬的选种站在科瓦爾斯基教授(А.Е.Коварский)领导下进行着規模巨大的玉米育种工作,該院的玉米育种工作始于1945年。1956年以后,苏联科学院莫尔达維亞分院的遺傳實驗室也加入了这一工作。他們的研究工作包括下列項目:

(1) 地理上远距离的玉米类型的杂交育种。該院先后研究了700多个用地理上远距离的亲本配制的杂交种,通过試驗肯定地証明了利用地理上远距离的亲本之間的杂种优势的意义。該院育成的許多这类杂交种如基什略夫斯基102、109、53、121等产量都显著高于双交种 впр 25 和 впр 42。

(2) 培育大量玉米自交系:基什略夫农学院采用各种方法培育了大量的玉米自交系,如在1958年田間就播种了12000份自交系,其中从国外双交种选出的自交系3500份;从当地的各类杂交种选出的自交系2200份;从无胚乳繁殖和无性嫁接繁殖的后代中选出自交系1300份;用異屬花粉和異品种花粉蒙導的自交系1812份;另外还有1000份以上的用不同自交方法选出的自交系。同年有2029个用 впр 44 做測驗种配成的单交組合进行試驗,結果其中28%的单交种产量高于双交种 впр 42,其中有10个单交种的产量高出 впр 42 达30%以上。

該院的研究結果証明,利用異屬花粉蒙導培育的蒙導自交系一般具有生活力强,性状早代稳定和配合力高等优点。用蒙導自交系做亲本配成的双交种的杂种优势特强,一般比优良双交种 впр 42 增产10—30%,个别特优的組合增产幅度还要大些。

(3) 利用玉米雄花不孕性的育种:該所从1949年起就开始研究莫尔达維亞地方品种中的雄花不孕性的家系(自由授粉的单株后代),1951—1958年間研究了这些家系雄花不孕性的傳遞能力,1955年进一步从370份地方品种材料中选择具有高度的莫型雄花不孕性的家系,現在已从中选育出一批完全雄花不孕性的家系。

該院用飽和回交的方法已将60个自交系和10个早熟品种轉化为雄花不孕性的材料,并已将一部分杂交种轉化为利用雄花不孕性母本的杂交种。現在这一問題的关键也和上列各单位一样,是培育具有恢复雄花可孕性的自交系。該院已从一些从外地引入的玉米材料中培育出一些对莫型雄花不孕性的恢复系,并用这些恢复系配成了一些恢复型的杂交种,正在試驗中。

(4) 选育子粒中高蛋白的玉米和抗寒性育种。該院从1957年开始研究提高玉米子粒中蛋白質的含量,根据生化分析的結果,发现一些玉米地方品种的子粒的蛋白質含量較高,从这些地方品种中按子粒中蛋白質的含量进行連續的擇选并按家系或自交进行近亲繁殖,这样就可以

迅速提高玉米子粒中的蛋白質含量，再用这些家系和自交作为亲本进行杂交，也可得到子粒中蛋含量较高的杂交种。

該院从1956年起在冷床播种和早期播种的材料中根据抗寒性进行选择单株，重复自交，选育出300多份抗寒的玉米自交系。这些自交系在基森略夫城郊三月間播种，能耐 -2°C 至 -7°C 的低温。

此外該院还进行一系列有关玉米細胞学和胚胎学的研究以及利用示蹤原子进行玉米受精过程的研究。

四、世界上其他一些国家玉米生产概况

社会主义陣营各国，除苏联和我国外，在羅馬尼亚和匈牙利玉米生产也占很重要的地位。現把两国玉米生产概况簡述于下：

1. 羅馬尼亚：在羅馬尼亚玉米栽培面积占耕地面积的三分之一，主要分布于南部、西部和东部草原和森林草原地带，玉米主要作粮食和飼料用，部分作为工业原料。

羅馬尼亚的玉米播种面积近年来也有显著的增加，在1930—1939年間玉米播种面积为240万公頃，1957年为370万公頃，而1960年已接近400万公頃。

羅馬尼亚在玉米生产中很重視应用玉米杂交种，1954年杂种玉米的播种面积只有1200公頃，全部都是品种間杂交种。1957年杂种玉米的面积增至63万公頃，其中大部分为双交种，部分为品种間杂交种。到1958年，仅双交种的播种面积即有120万公頃，約占全部玉米栽培面积的三分之一，而品种間杂种在生产中的比例相对减少。

羅馬尼亚从1930年即开始了玉米育种工作，但当时沒有系統地进行，后来受战争影响停顿下来。1948年起又恢复了玉米工作，当时主要是选育品种間的杂交种，經過五年試驗后，于1954年开始推广了7个品种間杂交种。从1950起开始玉米自交系杂交种育种工作，至1956年已有百多个单交和双交杂种在試驗中。在1955—1956年間从苏联、匈牙利、加拿大和美国引入了一批双交种，1957—1958年进行了全国区域性的比較試驗，发现从加拿大和美国引入的双交种比对照品种有显著增产的效果。1957年設立了羅馬尼亚玉米科学研究所，下設五个試驗站，加强了玉米育种的研究工作。羅馬尼亚玉米育种的主要方向也是自交系間杂交育种，目前該所已有从各国引入的自交系400份以上，并整从国内品种中选育大量的自交系，选种目标除綜合性狀外，特別注重早熟性和抗旱性的类型。此外，为了迅速推广双交种，在羅馬尼亚已建立了兩級的玉米双交种繁育机构。

2. 匈牙利：玉米是匈牙利最主要的作物之一，在匈牙利玉米的播种面积占作物面积的第一位，在1936—1940年玉米的播种面积为122万公頃，1959年为150万公頃，占当年谷物播种面积的40%。

匈牙利的玉米育种工作始于1933—1934年，当时是选育品种間杂交种，1948年扩大了研究工作，先后研究了340个品种間杂交种，其中119个杂交种的产量低于对照品种；127个組合的产量高于对照种10%左右或更多。近几年来才开始研究試驗双交种。现在，玉米育种工作是由匈牙利科学院农业研究所领导进行的，該所从1955年起开始研究雄花不孕性玉米。目前工作的重点是自交系的杂交育种。現該所有600多个玉米自交系，較好的系已用于配制双交种，并先后从苏联和美国引进了一些双交种进行試驗，根据1959年試驗結果，表明从苏联引进的双交种ВІР 267，ВІР 281和本国选育的双交种MB 5，六系杂交种MB 39等的产量比美国的双交种高。

目前在匈牙利生产中应用的有10个玉米改良品种，18个地方品种，近年来推广了5个杂交

种，其中包括2个双交种和3个品种间杂交种。

匈牙利从1957年起第一次在生产中大面积利用杂交种玉米。到1960年杂交种玉米已占玉米面积的60%，其中主要是双交种。

社会主义阵营的其它国家，如保加利亚、捷克、阿尔巴尼亚、波兰和德意志民主共和国等在近几年来也都开展了玉米双交种的育种研究工作，并在生产中开始推广引进的和本国选育的玉米双交种。

在资本主义集团，除美国以外，还有加拿大，意大利阿拉伯联邦等国家玉米的杂交育种工作也很发展。现将这些国家玉米生产概况简介于下：

1. 加拿大：加拿大的玉米的分布几乎集中在安大略省的南部地区，其播种面积约32万公顷，占加拿大全国玉米栽培面积的95%以上。

加拿大从1938年起就在生产中推广玉米杂交种，到1953年在玉米生产中已全部采用杂交种。在二十年间，加拿大玉米的平均产量从每公顷25.3公担提高到34.2公担，约增长35%。

加拿大玉米育种的主要方向也是选育自交系间杂交种育种工作和杂交种子的生产主要在种子公司和资本家的农场中进行的。在加拿大生产中只用玉米杂交种第一代。并根据地区气候条件划分成若干自然区域，按照不同自然区域的要求，选育适合的玉米杂交种和进行杂交种区域化试验，以利于迅速推广新育成的杂交种。

2. 意大利：意大利在1948—1957年间玉米的播种面积为120—190万公顷，玉米的平均产量在1948年为每公顷22.5公担，在1954年为每公顷29公担，至1954年已增加到每公顷34.5公担，玉米增产的主要原因是应用杂交种子。在1946年以前意大利在生产中只用自由授粉的玉米品种播种，1948年开始推广玉米杂交种，该年只有31公担杂交种子。至1950年已有玉米杂交种子18700公担，至1957年玉米杂交种子已有122000公担，估计可供播种40—50万公顷的面积，大约占玉米总面积的25—30%。在意大利的北部地区，主要的玉米区域波河流域很适于栽培从美国玉米地带引进的双交种。但这些双交种不适合在意大利中部和南部地区栽培。因此，意大利的育种家主要的育种目标是选育早熟抗旱的硬粒型自交系间的杂交种和硬粒型与马齿型自交系间的杂交种。目前已育成这类杂交种两个，(I. A. E. 300和Инсу Брия 295)开始在生产中应用。

3. 阿拉伯联邦：埃及的玉米面积占作物面积的第一位，占夏秋作物面积的30—35%，由于埃及地区雨量极，所以栽培玉米必需有灌溉条件。在1953—1956年间玉米的平均产量为每公顷22公担。

埃及的玉米育种工作始于1916年，从1929年起即开始进行自交系育种工作。由于埃及的玉米育种工作大量引用了美国和意大利的品种材料，所以在埃及应用的主要是马齿型的玉米，硬粒型玉米的比重较少，只占10%左右。1951年育成第一批双交种(Гиза 67, 98, 51, 58, 110等)并迅速在生产中推广这批双交种。双交种的播种面积在1953年为8400公顷，至1957年已达94500公顷。近几年来开始玉米雄花不孕性的研究工作，第一批雄花不孕性的自交系已于1961年开始繁育，即生产中不久即可应用以雄花不孕性的自交系配成的双交种。

埃及已建立双交种的繁育系统，分三级组织，即在科研所繁育自交系，国家农场生产单交种种子，私营农场生产双交种种子。全国设有20个试验点进行品种比较试验。

在资本主义集团的其它一些国家中，也很注意开展玉米的杂交育种工作和在生产中的应用。玉米杂交种，如墨西哥从1944年已开始了玉米育种工作，初期以改良玉米的自由授粉的品种为主，稍后即转入自交系的杂交育种，选育品种——系间杂交种，最后重点在选育双交种，到1954

年在生产中已大量采用双交种。墨西哥玉米育种工作的特点是广泛地采用早代自交系玉米配制双交种。巴西也广泛地利用玉米双交种，在巴西玉米育种工作和种子繁育工作由国家研究单位和一些私营农场共同进行，巴西育种家很注意选育硬粒和馬齿型自交系間的双交种和硬粒型之間的双交种。阿根廷在生产中也广泛应用玉米双交种。此外，在1947年以后，在奥地利、阿尔及利亚、比利时、荷兰、希腊、以色列、摩洛哥、土耳其、法国、瑞典、南斯拉夫以及其它欧洲国家，地中海沿岸国家也先后开始試驗和推广从美国引入的玉米双交种。

五、我国玉米生产概况和玉米雜交育种工作

玉米在我国分播范围极广，全国各省（自治区）都有玉米栽培。玉米栽培面积最大的省份是河北、四川和山东三省，都在2000万亩以上。玉米栽培面积在1000—2000万亩的有：黑龙江、河南、云南、吉林、陝西、貴州和辽宁等省。玉米栽培面积在500—1000万亩的有江苏、广西、湖北、山西、新疆和內蒙古等省和自治区。其它各省和自治区面积較小。

我国玉米播种面积在1936年只9100多万亩，解放前全国玉米面积大致保持在一亿万亩左右。1950年全国玉米面积即有16438万亩，到1958年玉米面积已增至24200万亩，即比解放前扩大了收近一倍半，比1950年也增长了50%。玉米播种面积約占粮食作物面积13%左右。

我国玉米的平均产量比其它杂粮和小麦的平均产量都高，如根据1957年的統計資料，全国玉米平均产量为每亩191.3斤，而其它杂粮的平均产量每亩只有138.8斤，小麦的平均产量只有114.4斤，（表6）但是如和其它主要生产玉米的国家比較起来，我国玉米的平均产量还是較低的，因此，在我国无論从改进农业技术措施上和利用玉米杂种优势方面着手提高玉米的生产水平都有巨大的潜力。

1957年玉米、小麦和其它雜粮平均产量斤/亩

（表6）

		玉 米	小 麦	其它杂粮
全 国		191.3	114.4	138.8
黑 龙 江		196.0	132.2	163.4
河 北		212.3	86.6	159.6
河 南		148.9	110.3	122.2
山 东		175.9	113.0	150.6
四 川		173.0	160.6	143.3

我省玉米常年的播种面积为700—800万亩，主要分布在恩施、宜昌、襄阳三个专区的山区，約占全省玉米面积的35%左右，其余分布在鄂南各县和零星分布在省内其它地区。本省玉米的平均产量也不高，每亩約160—180斤。

我国在生产中利用玉米来杂种优势是在全国解放后开始的。在解放前的旧中国，玉米育种工作十分薄弱，只个别研究单位和个别育种家做一些玉米来引种和杂交育种工作，而研究所得的少数成果也无法在生产中应用。建国以来，党和政府就很重視玉米育种工作，在1950年中央农业部就召开了玉米工作会议，制定了全国玉米改良计划，指出配制玉米杂交种利用杂种优势，是我国今后提高玉米产量的重要途径。计划提出了改良玉米种性和利用玉米杂交种的步骤，即（1）推广玉米人工去雄选种，作为一个群众性的增产技术措施；（2）大力选育品种間杂交种，作为今后一段时期的主要工作和在利用自交系杂交种以前的过渡办法；（3）利用綜合品种和

(4)选育自交系和配制双交种作为长期的育种方向。这个计划大大推动了我国各地农业科研机构、各农业院校以及农民选种家广泛地开展玉米品种间杂交和自交系间杂交育种工作。因此在玉米育种工作方面取得了巨大的成绩。截至1959年，全国经过评选改良和选育的玉米良种共约两千个，其中品种间杂交种约250个，双交种约50个，综合品种约20个，测交种约10个，此外大部分为引进的和改良的品种。目前在生产中推广的主要是品种间杂交种以及部分综合品种和测交种，双交种也开始在山东、山西等地大量制种，估计在两三年内也将有较大面积的栽培。我国玉米良种和杂交种的播种面积近年来也迅速扩大，1957年玉米杂交种面积只有59万亩，占玉米总面积的0.3%，至1959年，玉米杂交种的面积已达2500万亩占玉米总面积的12.9%。同年中以玉米良种和杂交种播种的面积已达16500万亩，即占全国玉米总面积的85%。(表7)

全国玉米良种、杂种历年播种面积* (单位：万亩)

(表7)

种植类别	1956		1957		1958		1959	
	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
全国玉米面积	26943	100	22415	100	24316	100	19407	100
优良品种	9199	34.2	11456	51.1	18838	77.5	14000	72.1
杂交种	—	—	59	0.3	420	1.7	2500	12.9
两类合计	9199	32.2	11515	51.4	19258	79.2	16500	85.0

*根据中央农业部种子管理局供应的资料

从上述材料中可以看出一方面，从建国以来，尤其是大跃进以来，在我国玉米育种和推广玉米杂交种的工作上取得了巨大的成绩，另一方面，也看出我国在生产中应用玉米杂交种的比重还较小，而且更高产的玉米双交种在生产中应用的比重更小，因此充分利用玉米的杂种优势在我国以及我省都无疑的是迅速提高玉米的生产水平的有效手段。

我国玉米育种的研究工作在建国以来有很大的发展，凡玉米栽培面积地区的农业科研机构 and 农业院校几乎都先后开始了玉米育种研究工作。其中工作做得比较系统和规模较大的有北京农业大学，作物栽培育种研究所山东省作物研究所，河南农学院与河南农科所等单位，现将这些单位玉米育种工作的主要情况介绍如下：

1.北京农业大学：北京农业大学的玉米育种研究工作开始于1950年前后，由李竞雄教授领导，该校在工作初期，曾进行玉米品种间杂交育种的研究，先后测验过不同品种间杂交组合28组次，肯定了金皇后×华农一号的正反交以及金皇后×克利等三个优良品种间杂交组合。该校在进行品种间杂交育种工作的同时，即开始进行自交系间杂交育种工作。利用引入的一批玉米自交系和自己选育自交系进行配合力的测定，自选自交系，一般都在经过四代自交，外表一致后才用作杂交。该校目前大约有性状已稳定的自交系200份左右，该校研究工作的主要内容是玉米自交系的杂交育种和玉米细胞质雄花不孕性的利用及有关的细胞学的研究。目前已育成农大2、3、4等数个有希望的双交种这些双交种在比较试验中产量较高，其中一部分将在山西等地大量推广。最近，该校已开始利用雄花不孕性的自交系配制双交种。

2.作物栽培育种研究所：该所的玉米育种工作开始于前华北农业科学研究所的时期。全部工作大致可分成三个阶段：(1)1947—1949年间主要为征集原始材料，鉴定作杂交种亲本的品种，这是准备工作阶段，(2)1950—1954年间除继续征集材料外，广泛进行品种间和自交系杂交育种工作以及部分杂交种的区域性鉴定示范。1955年以后进一步利用国内外引种鉴定材料，继

品种間和自交系間杂交种的选育工作。同时也进行有关育种方法的研究。該所在1950—1957年間先后試驗了253个品种間杂交組合，結果选育出春播晚熟的品种間杂交种华北春杂 2—4 号等四个和夏播早熟的品种間杂交种华北夏杂 1—10 号等十个。以上各杂交种均已在生产中推广。

該所在引进和自选相結合下到1957年共有自交系1043份。其中自交五代以上的系有882份，其中約30个自交系已利用作杂交亲来并开始繁殖。在1954—1957年間先后試驗了80多个双交組合。选育出較好的双交种有华北春杂 5、6、7 号等三个。

山东省农科院作物研究所：該所的玉米育种工作是由陈启文所长领导的从1947年在魯中南解放区的省农业实验所开始的当时从十二个玉米品种中做了302个自交穗。在1950—1952年对这批自交系进行了配合力的測定，并以其中較好的一部分自交系配成了单交种进行比較試驗。1953年以后，該所集中力量于玉米品种間杂交育种和推广工作，因而放松了双交种的配制工作。到1956年以后才将双交种育种工作列为該所玉米育种的工作重点。1958年由該所配成約30个双交組合进行試驗。

該所先后选育出品种間杂交种坊杂 2 号、坊杂 4 号、齐玉 25 号、齐玉 26 号等，1956年以后已在山东省大面积推广。1958年后选育出双跃 4 号、双跃 80 号、双跃 13、双跃 3 号等十多个玉米双交种，經過两年来在山东各地試驗后增产显著，現在其中一部分已开始在生产中推广利用。

除上述工作外，該所还对玉米 F_2 的杂种优势的利用与保持，隔离区的問題等进行过研究。

4. 河南农学院与河南农业科学院：河南省的玉米育种工作是由吳紹驥教授领导进行的。1951年从广西农业試驗場引入了91个单交种和85个测交种以及从山农业科所，北京农大外引入品种間杂交种16个分別在开封、洛阳、南阳进行比較試驗，結果发现这批单交种有很高的杂种优势，因此，从1952年起选出其中75种較好的第一代单交种子約200斤，彻底混合播种任其在大田中自由授粉，然后进行株选和穗选，連續三年而选出綜合品种混选1号。从1954年起就开始在生产中推广这一綜合品种，据吳紹驥教授談，混选1号在河南栽培面积估計将近有200万亩之多。

現在該院的玉米育种的工作重点除繼續选育和研究綜合品种外，特別重視用異地培育的方法选育自交系，以丰富玉米自交系的資源。另外也进行利用玉米早代自交系以加快配制双交种的研究。

此外还有四川农科所、山西农科所、中国农科院东北分院、瀋阳农学院、河北农科所、中国农科院陕西分院、柳州試驗站等均进行了玉米品种間和自交系間杂交育种工作，工作内容大同小異。不一一叙述。

第二講 玉米花序的結構、发育、和开花授精以及控制授粉的方法

(本讲一至三节材料是摘自中国玉米栽培学)

研究玉米雌、雄穗器官的分化发育过程花部结构和开花习性，以及了解玉米雌雄穗的分化与植株外部器官发育的相关性，开花与外界环境条件的关系。这些基本知识对于玉米栽培，尤其是对于玉米杂交育种工作是很重要的。

一、玉米雄穗分化过程：

根据国内研究成果，玉米雄穗分化过程可划分以下几个最主要的时期。

1. 生长锥未伸长期：

茎生长锥尚未显著伸长之前，其特点是表面平滑，基部有叶原始体突起，生长锥的长×宽为零点一七×零点一九毫米，长和宽的比例差别甚小。在这一期，植株分化茎的节、节间和叶原始体，所以植株的节数和叶数即在这一时期决定。研究证明，这时期是在春化阶段时通过，具有春化阶段长的品种比春化阶段短的品种有较多的节数和叶数。

从外部的形态来鉴定，植株尚未开始拔节，株高约五十至七十厘米，外部展开五至六片叶。（以整个叶片全部伸展开为计算标准）。

2. 生长锥伸长期：

生长锥开始显著伸长，其长×宽为零点九四×零点四九毫米，长度约为宽度的一倍。在伸长的生长锥中部和基部出现穗状的突起。这一期的延续时间甚短，一般仅二至五天，并且是在光照阶段通过的。从外部形态来判断，茎基部开始拔节，以金皇后品种在河北省保定春播言，约展出五至六片叶，时期正在五月下旬；以二郎早品种在南京夏播言，约展开七至八片叶，时期正在七月中旬。根据各地观察的资料，一致的表明了茎生长锥伸长时，所有各节上的腋芽尚无开始分化雌穗的迹象，说明玉米雌穗分化的开始较雄穗为迟。

3. 小穗分化期：

生长锥中部出现小穗原基，每小穗原基又迅速的分裂为成对的两个小穗突起。其中一个大的在上，将来发育为有柄小穗，一个小的在下成为无柄小穗。此时在小穗的基部可以看到颖片的形成。与此同时，生长锥基部的突起也迅速地先发育为雄穗的分枝，然后再按照上述的方式分化出成对排列的小穗。雄穗上小穗数的多少，决定于这一期的生育条件。充足的水分和养分，尤其是磷肥可使分化小穗数增多。反之，则一部分的雄穗分枝和小穗不能发育。

这个时期植株开始迅速生长。春播金皇后品种的小穗分化期在河北省保定是处于五月下旬，持续约六天，展开七至八片叶。夏播二郎早品种的小穗分化期在南京是在七月下旬，持续六天，展出九至十片叶。

4. 小花分化期：

每一小穗进一步的又分化出两个大小不等的小花原基（大的为有柄小花，小的为无柄小

花)。在原基的基部出現三个雄蕊原始体和位于中央的一个雌穗原始体，所以雄穗分化到这一时期表現为两性花。每小花原基除了分化雌雄蕊之外，还形成內、外稃和两个浆片。这一期春播的金皇后約在六月上旬，共延續六天，外部展开十片叶。夏播的二郎早約在七月末，共延續四天左右，展开十一片叶。

5. 性器官发育形成期：

这一时期的特征是雄蕊原始体迅速生长并出現花药，花粉囊中的花粉发育形成，而雄蕊原始体則逐漸退化。以后則是雄穗的迅速长大，雄穗复盖器官（包括穎片、外稃及內稃）加强生长，性細胞逐漸成熟并进入到抽穗期。

这个时期的水分、养分和温度条件，不仅能决定花粉的数量，而且也决定花粉对受精作用的适宜程度，不良的环境条件使花粉发生不孕现象。因此，在性器官发育形成期給予追肥和灌溉，可以保证雄穗能形成大量的富有生活力的花粉，以提高雌穗的結实率。而且雄穗分化到达这个时期，也正是雌穗分化小穗和小花的时期，追肥和灌溉对爭取穗大粒多具有更重要的作用。

二、玉米雌穗分化过程：

1. 生长錐未伸长：

生长錐未伸长以前是基部寬广，表面光滑的圓錐体，体积很小，长×寬为零点一六×零点一八毫米。在生长錐的基部分化出节和縮短的节間，将来即成为穗柄。每节上有叶原始体，以后发育为雌穗的苞叶。这一时期的形态特征与雄穗未伸长期很相似。

2. 生长錐伸长期：

生长錐开始显著伸长，长×寬为零点六六×零点四八毫米。在伸长的生长期錐基部出現叶突起，叶突起以后退化消失，而在下一期从叶突起的基部分化出小穗原基。此时正处在雄穗小花分化末期或性器官发育形成初期。植株外部的展开十至十一片叶。按時間來說，春播金皇后在河北省保定地区为六月上旬；夏播二郎早在南京地区为七月下旬。这一期時間很短；一般仅延續三天左右。

3. 小穗分化期：

生长錐进一步伸长，出現小穗原基。每个小穗原基又迅速分裂为两个小穗突起，形成两个并列的小穗，并在它的基部出現折皺狀的突起，即是将来的穎片。小穗原基的分化是从雌穗的基部开始漸次向上进行，属于向頂式的分化。当生长錐基部和中部出現成对并列的小穗突起时，生长錐的頂部还是光滑的圓錐体，在条件适宜的情况下，可繼續分化出小穗原基并延續到以后几个分化期。因此，在小穗分化期間給予充足的养分和水分，可以分化出更多的小穗，从而就有可能獲得长大的果穗。

从外部形态来加以判断时，小穗分化期的外部展开叶片数約为十至十二片。这一期持續的天数約六、七天左右。春播的金皇后在河北省保定地区是处在六月的上旬末和中旬初；夏播二郎早在南京地区为七月底和八月初。

4. 小花分化期：

生长錐繼續增长，每个小穗又分化为大小不等的两个小花原基。在小花原基的基部外圍出現三角形排列的三个雄蕊原始体，在中央則隆起形成一个雌蕊原始体。由此可見，玉米的雌花序和雄花序一样，在其分化过程中都是两性花，但到后来雄穗中的雌蕊和雌穗中的雄蕊分別退化成为单性花。平常在田間偶尔能見到雄穗上长有雌花或能結成籽粒，亦有雌穗上出現雄花。

在冬季温室栽培或是短日照处理时均容易出现这种情况，这是一种“返祖现象”。每小穗中的两朵小花，大的位于上方可继续发育为结实花，小的位于下方以后退化为不孕花。因此，成对并列的小穗使果穗长成双数的粒行。粒行数的多少及其整齐度即决定于这个时期的环境条件，在良好的条件下，形成的行数多，行列整齐；反之，则部分小花不能继续发育，粒行数少且长成畸形行列不整齐的果穗。

这个时期约持续五至六天，外部展开十二至十五片叶，春播金皇后在六月中旬完成小花分化期，夏播二郎早则在八月上旬完成小花分化期。此时茎节正在迅速的伸长中。

5. 性器官发育形成期：

雌蕊的花丝逐渐伸长并在前端出现分叉，子房增大，胚囊性细胞发育形成，正个雌穗急剧增长。此时茎节的伸长更为迅速，充足的水肥条件，无论对内部性器官的发育和外部茎叶的生长均有良好的作用。在条件不良的情况，花丝伸长缓慢，性细胞发育不好，影响雌穗的受精和结实。

不同地区玉米幼穗分化速度的比较

(河北农业大学 1959; 中国农业科学院江苏分院 1957)

穗 分 化 期	河 北 省 保 定			江 苏 省 南 京			
	春 播 (4/18) 金皇后			夏 播 (6/20) 二 郎 早			
	日 期 (月/日)	延 续 天 数	外 部 展 开 叶 数	日 期 (月/日)	延 续 天 数	外 部 展 开 叶 数	本期末生长锥大小 (长×宽, 毫米)

雄 穗 分 化

生长锥未伸长期	4/26-5/20	25	—	6/24-7/14	21	5-6	0.17×0.19
生长锥伸长期	5/21-5/22	2	5.6-6.0	7/15-7/19	5	7-8	0.94×0.49
小穗分化期	5/23-5/28	6	6.0-7.7	7/20-7/25	6	9-10	2.90×0.96
小花内化期	5/29-6/3	6	7.7-9.8	7/26-7/29	4	11	21.20×3.30
性器官发育形成期	6/4-6/24	21	9.8-19.1	8/30-8/16	18	12-21	339(长)
抽穗期	6/25-6/27	2	20.4	8/17-8/19	3	22-23	—

雌 穗 分 化

生长锥末伸长期	4/26-6/3	39	—	6/24-7/26	33	9-10	0.16×0.18
生长锥伸长期	6/4-6/6	3	10	7/27-7/29	3	11	0.66×0.48
小穗分化期	6/2-6/7	6	10-12	7/30-8/5	7	12	5.40×1.80
小花分化期	6/13-6/18	6	12-14.8	8/6-8/10	5	13-15	18.80×5.93
性器官发育形成期	6/19-6/27	9	14.6-20.4	8/11-8/19	9	16-23	81.50×19.59
抽丝期	6 28	—	20.4	8/20-8/22	3	23	—

*外部展开叶数以正个叶片全部开时为计算标准。

从上表所列可见，在玉米雌雄穗形成过程中，各个分化期的进度和外部展开的叶片数存在一定的关系。但是，这种关系是相对的，具体到不同品种在不同地区、春播或夏播甚至不同的年分，仍然有或多或少的差别。当掌握了品种在一定的地区条件下，内、外部生长的相互关系之后，通过外部伸展开叶片数的指标，可以大致的判断内部幼穗分化的程度，以便及时地采取

有效的措施（如追肥、灌溉及其他田间管理等）来促进植株形成更多的发育正常的雌穗，每个雌穗又能分化更多的小穗和小花，同时保证这些小花都能进一步的发育为饱满的籽粒，从而获得穗多穗大粒饱，达到高产的目的。

三、玉米花序结构和开花受精过程：

玉米花序的特点是雌雄异花而同株，雌雄两种单性花序分别着生在植株的不同部位。它们在形态构造和开花习性上有显著的不同。在正常情况下都是雄花先开，靠风力传播花粉，称为异花授粉作物，天然杂交率多在百分之九十五以上。

1. 雄花序的形态和开花习性与环境条件的关系：

雄花序又称雄穗（俗称“天花”），着生于茎秆顶部。雄穗主轴与茎秆相连并向四周分出若干分枝，数目因品种而不同，同品种内株间差异也甚大。一般约有十五至二十五个分枝，多的到四十个分枝左右。分枝数愈多，小花数也多，花粉数量也就愈大。雄穗主轴粗壮，周围着生四至十一行成对排列的雄小穗；分枝较细，通常仅生长两行成对排列的雄小穗。主轴上的分枝按复总状分枝着生，所以雄穗是属于圆锥花序。

每对雄小穗中，一为有柄小穗，位于上方；一为无柄小穗，位于下方。每雄小穗基部两侧各着生一片颖片（护颖），两颖片间生长两朵雄性花。每一朵雄性花，由一片内稃（内颖）、一片外稃（外颖）及三个雄蕊组成。未成熟时，雄蕊花丝甚短，顶端着生黄绿色花药；成熟时内，外稃张开，花丝伸长将花药送出颖片外面散出花粉，即是开花。

发育正常的雄穗可产生大量的花粉。据观察一雄穗有二千到四千朵小花，每一花药大约产生二千五百粒花粉，一小穗约为一万五千粒，估计一株雄穗能产生一千五百万到三千万个花粉粒。玉米有如此大量的花粉粒是完全符合于异花授粉的生物学特性。

玉米雄穗抽出后六至七天就开始开花。但也有二至三天即开始的。开花的顺序是先从主轴的中部偏向上方开始，然后由此向上向下同时进行。各分枝的小花开放顺序与主轴相同，按分枝顺序说，则以上中部的分枝先开始，然后向上和向下部的分枝开放。

雄穗以始花的第二至第五天为盛花期。根据在福建省永安、陕西省武功两地的观察，这四天占开花总数百分之七十八点三至八十四点五，且都集中在第三和第四天开花最多。此外，据在北京与河南省郑州两地对春播和夏播玉米的观察也有同样的规律。全穗开花完毕约需七至十一天。

玉米雄花序每日开花数及百分率（品种红心白馬牙夏播）

（陕西省农业综合试验站1957）

项目 \ 日次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总数
六株逐天开花数	769	3,493	4,654	5,195	2,625	1,224	418	133	63	23	18,897
佔总数%	4.1	18.5	24.6	27.5	13.9	6.5	3.8	0.7	0.08	0.01	100

玉米全昼夜都有花朵开放，但普通是上午开花最多，十二时以后显著减少。在北京、河南省郑州、云南省昆明和福建省永安，均观察到夜间开花现象，但为数甚少。在天气晴朗的条件下，每日上午七至十一时为开花盛期，据观察，在这一时间内开花的，占开花总数的百分之四十六至五十一，其中尤以上午七至九时开花最多，占开花总数的百分之三十二至四十三。如遇