

玉米籽粒含油量的研究及其育种进展(综述)

霍仕平 晏庆九

(四川省万县市农科所, 万县 634006)

摘要 玉米油是一种不饱和程度最高,易被人体吸收的高质量植物油。育种家们近百年的研究表明,玉米籽粒含油量品种间有很大差异,这种差异是受加性效应基因支配的,是高度遗传的;含油量与种胚大小、籽粒产量和生理成熟后籽粒脱水速率有关;在育种上,通过基因重组,对含油量进行直接选择或借助于某些相关性状的间接选择,培育出高产、高含油品种已经成为现实。

关键词 玉米 含油量 品质育种

在玉米品质育种中,籽粒含油量是除蛋白质和赖氨酸含量以外的另一重要品质性状。玉米油是一种高质量植物油,其脂肪酸组分中含人体容易吸收的亚油酸高达61.8%^[5]。玉米油富含维生素F能促进人体排出多余的胆固醇,具有增强肌肉和心血管活动,防治血管硬化的功能。油中所含的维生素E(生育酚)比米糠油以外的其它油都高,为孕妇和哺乳期妇女的佳品,且有促进生长发育,延缓人体细胞衰老,保持人的机体青春活力的功效。同时,对神经衰弱、肥胖症、心脏病和高血压等都有辅助疗效^[6]。欧美玉米育种家早在上个世纪末就开始了高含油玉米品种的选育。近百年来,育种家们对玉米籽粒含油量的遗传、含油量与其它性状的相关进行了详细的研究,已选育出一批籽粒含油量较高的杂交种或材料。现就这一研究领域的重要报道或成果综述于后。

1 籽粒含油量的遗传

上个世纪末期(1896年),美国伊利诺斯州农业试验站在进行高蛋白品种选育的同时,便以“布尔白”为材料进行了玉米籽粒含油量的遗传研究。他们估计至少有54个基因位点与含油量有关,说明玉米籽粒含油量是受多基因控制的数量性状。Alexander^[7]用高

油群体IHO姊妹交得到的近交系“R84”进行研究,认为油脂中亚油酸含量的高低受单基因(Ln)控制,以后有人认为是由几个简单基因控制的。Pamin等^[18]在对NB和NK群体的含油量和脂肪酸组分进行全同胞家系选择时,发现在NB群体中,含油量和亚油酸含量的现实遗传力 $RH(RH = (X_s - X_p)/(X_s - X_p))$,式中 X_s 为选择平均值, X_p 为群体平均值, X_s 为重新组配后的选择平均值)分别为0.75和0.80,在NK中则分别为0.90和1.17。Jellum^[12]研究了含油量和脂肪酸组分的遗传环境互作。结果表明,基因型×播种期的互作很小,脂肪酸的遗传主要受加性效应基因控制。Misevic等^[14]用含油5%~18%的6个玉米群体进行双列杂交。研究表明,含油量的加性遗传效应远比非加性效应重要。这些研究结果说明,玉米含油量品种间有很大差异,这种差异是受基因支配的,在遗传上主要表现为加性效应,因而受环境的影响很小,是高度遗传的。

2 籽粒含油量与其它性状的相关性

吴光成^[9]指出,普通玉米籽粒含油3%~5%,其中80%在胚里,胚中含油45%~50%。Dudley^[9]研究发现,高含油量选择使含油量增高的速率基本等于胚芽含量的增加速率。Curtis等^[8]指出,高油和标油玉米间主要

差别在于胚芽/胚乳比率不同,高含油率选择使胚芽增大。宋同明^[22]对高油玉米与普通玉米的种子进行了比较,表明高油玉米的胚重占整粒重的22%,而普通玉米仅占9.3%。刘治先^[4]指出,高油玉米的胚重和胚体积均高于普通玉米。说明玉米籽粒含油量的高低与种胚的大小是分不开的。

Eirouby^[11]在伊利诺斯州经过长期研究发现,籽粒产量与含油量呈负相关。Dudley^[9]推测,这可能是由于含油量达到6.3%之后籽粒总体积开始下降的缘故。Dudley^[10]的研究表明,含油量高的品系或品系间杂交后代籽粒产量低于含油量低的品系或杂交组合。Misevic等^[13]对经24轮选择的群体含油率进行了广泛研究,发现含油量增高,籽粒产量降低,他们解释说这可能是由于含油率经24轮选择后的近交累积作用和含油率对产量的负效应所造成的。Wuodworflh, Jugenhermer等用几个自交系与IHO品系杂交或回交,试图得到高油高产品系,结果随含油量提高籽粒产量下降。宋同明^[22]对高油玉米与普通玉米的籽粒大小进行了比较,发现高油玉米单粒重比普通玉米低33.1%。说明同时提高籽粒含油量和籽粒产量尚有一定难度。换句话说,要提高籽粒含油量,就要以一定的籽粒产量下降为代价。

Poneleit等^[19]研究发现,含油量与油酸含量,含油量与亚油酸含量,以及油酸含量与亚油酸含量间的相关系数分别为0.27、-0.29和-0.97。Pamin等^[18]研究了籽粒含油量与脂肪酸成分以及各脂肪酸间的关系。结果表明,含油量与油酸含量及亚油酸含量的遗传相关系数分别为0.51和-0.48,这与Poneleit等^[19]早期的研究结果接近。Baldwin则将含油量与油酸含量的相关值估算为0.84,含油量与亚油酸含量的相关值估算为-0.88,相关是显著的。由此说明,由于研究材料或方法不同,所得到的含油量与各脂肪酸含量的相关程度不尽一致,但相关性质完全相同。

Sung发现,含油7%的品种收获时籽粒含水量显著高于同期到达生理成熟的标油(4.5%)品种。Misevic等^[16]采用籽粒含油率为5%、7%和9%3个水平的9个杂交种,研究了它们的籽粒脱水速率。结果表明,含油率高的品种生理成熟后,籽粒脱水速率较慢,收获时籽粒含水量较高,后来^{[14][17]}他又研究了经24轮高含油率选择的群体,发现随含油量增加,生理成熟后籽粒脱水速率变慢。同年他研究了6个玉米群体的双列杂交组合含油率与收获时籽粒含水量的关系,进一步证实了含油率与收获时籽粒含水量呈正相关关系。

3 籽粒含油量的选择

玉米籽粒含油量不同基因型间有很大差异,这种差异主要受加性效应基因支配,因而遗传力很高。通过基因重组积累含油量加性效应基因频率,并通过定向选择,培育出籽粒含油量较高的品种是可能的。伊利诺斯州农业试验站以“布尔白”为材料进行含油量的双向选择,原始群体平均含油量为4.68%(变幅为3.7%~6.0%),到1983年,经四代育种家70余年的努力,选育出了高油群体IHO,其含油量已超过19%。Alexander等^[7]用遗传基础不同的56个品种构成基础群体随机交配几代后自交,收获300~500个优穗,选出籽粒含油10%~15%的自交穗再混合种植。如此重复,在第五轮选出3个高油材料穗行种植,开花期用所有优株花粉混合授粉,共选择8轮,结果含油百分率平均每轮递增0.8%。从这些群体中选出的自交系与其它品系测配,含油量提高了很多。Dudley^[9]在对一个基础群体的籽粒含油量进行选择时,其平均选择效率为4.69%,经过70个世代的高油量选择后,选择效率上升为16.64%。Miller等^[13]对高含油群体进行第一轮半同胞选择的反应为1.14%,经过7轮选择后,平均反应降为0.67%。这些结果表明,轮回选择是提高群体籽粒含油量的有效措施。

普通玉米籽粒一般含油4.5%左右,美国高油IHO在C87时平均含油21.3%,个别最

高已达 23%^[2]。目前,美国已商品化的高油玉米杂交种籽粒含油量一般为 6.5%~7%。我国近年育成的高油玉米杂交种含油 8%~10%,略高于美国商用高油玉米杂交种籽粒的含油水平。但同已有的高油材料平均或最高含油量相比,含油水平尚有一定的潜力。

由于籽粒含油量与籽粒产量通常表现为负相关,这就给选择带来了一定难度,这已被 Wuodworfh, Jugenhermer 等的研究结果所证实。Pamin 等^[18]主张通过提高籽粒产量来提高总油量,这对于提高单位面积上玉米籽粒的产油量是有效的,但却不能根本改变单位重量籽粒的含油量。Misevic 等^[17]指出,在大量育种群体中,通过长期轮回选择,选育出籽粒产量一定,而籽粒含油量很高的品种是可能的。我国北农大培育出来的“农大高油 1 号”杂交种,籽粒平均含油量已达 9%,籽粒产量与普通玉米相当甚至更高,证实了 Misevic 等^[17]的推论。

胚是玉米油的主要贮藏地,通常 100 公斤玉米可分离出胚 9 公斤,每 100 公斤胚可榨油 15~20 公斤。在育种上通过选择,使种胚增大,将有助于提高籽粒含油量,但应同时注意降低生理成熟后籽粒脱水速率的选择。在油脂脂肪酸组分的选择上,提高亚油酸含量会降低油酸含量,进而降低籽粒含油量。

目前,用做选育高油玉米的基础群体主要有 3 个,即 IHOC80、UHO23 和依阿华高油,这 3 个群体的遗传背景差别很大。利用这些群体直接分离自交系或用做亲本材料,与普通玉米杂交,从杂交种中选育二环系,以及利用回交与自交相结合的方法,通过对大胚面和其它相关性状的选择,便可选育出含油量较高的品系或材料。

综合上述,玉米籽粒含油量的高低是高度遗传的。通过基因重组积累含油量有效基因频率,对含油量进行直接选择或凭借某些相关性状的间接选择,培育出高产、高油玉米品种,不仅已经成为现实,而且随着育种技术

水平的不断提高,籽粒含油量将会得到进一步改良。

参 考 文 献

- [1]刘治先,高油玉米 ALEXHO 籽粒生长期含油量及其脂肪酸的变化,《作物杂志》,1988,4:34-36
- [2]宋同明,抓住时机,积极发展高油玉米,《种子世界》,1993,1:15-16
- [3]宋同明,积极发展高油玉米,《山西农业科学》,1990,8:17-20
- [4]宋同明,高油玉米自交系的培育与改良,《作物杂志》,1991,3:13-14
- [5]王慧军:玉米的品质类型与育种,《河北农业大学学报》,1986,9(4):124-130
- [6]吴光成,玉米综合利用展望,《国外农学——玉米》,1990,4:1-4
- [7]Alexander, D. E., 1977. High Oil Corn; Current status of Breeding and Utilization, In Proc, 13 th: Annual Illinois Corn Breeders School, Urbana, IL, 1-9
- [8]Curtis, P. E., et al., 1968. Developmental Changes in Oil and Fatty Acid Content of Moize strain Varying in Oil and Fatty Acid Content of Maize Strain Varying in Oil Content, crop sci., 8:689-693
- [9]Dudley, R. J., 1976. Seventy Generations of Selection for Oil and Protein Concentration in The Maize Kemal, In J. W. Dudley (ed) Seventy Generations of Selection for Oil and Protein in Maize, Crop Science Society of America, Madison, WI, 181-212
- [10]Dudley, J. W., 1977. Seventy-six Generations of Selection for Oil and Protein Percentage in Maize, Proc Int. Conference on Quantitative Genetics, Ames, IA, 459-473
- [11]Eirouby, M. M., 1967. Variation and Covariation in A High Oil Population of Corn (Zea mays L.) and Their Application in Selection Crop Sci., 7:216-219
- [12]Jellum, M. D., 1966, Fatty Acid Composition of Corn Oil of Parental Inbreds and Reciprocal Crosses, J. Hered, 57:243-244
- [13]Miller, R. L., et al., 1981. High Intensity Selection for Percent Oil in Corn, Crop Sci., 21:433-437
- [14]Misevic, D., et al., 1989. Population Cross Diallel among High Oil Populations of Maize, Crop Sci., 29(3), 613-617
- [15]Misevic, D. et al., 1985. Recurrent Selection for Percent Oil in Corn, Genetika (Zemun, Yugosl), 17:97-106
- [16]Misevic, D., et al., 1988. Crain Moisture Loss Rate of High-Oil and Standard-Oil Maize Hybrid, Agron. J., 80(5):841-845
- [17]Misevic, D., et al., 1989. Twenty-four Cycles of Phenotypic Recurrent Selection for Percent Oil in Maize, I. Per Se and Test-cross Performance, Crop Sci., 29(2):320-324
- [18]Pamin, K., et al., 1986. Genetic Variation and Selection Response for Oil Composition in Corn, Crop Sci., 26(2):279-282
- [19]Poneleit, C. G., et al., 1965. Inheritance of Linoleic and Oleic Acids in Maize, Science, 147:1585-1586