

张 维,高建芹,戚存扣,等. 江苏沿江地区油菜施氮量对产量的影响及氮肥利用效率分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):93-96.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.019

# 江苏沿江地区油菜施氮量对产量的影响 及氮肥利用效率分析

张 维,高建芹,戚存扣,付三雄,张洁夫  
(江苏省农业科学院经济作物研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**为研究江苏沿江地区油菜施氮量对油菜籽产量的影响,确定该地区油菜的适宜施氮量,以油菜品种宁杂 1818 和史力佳为试验材料,设置  $N_0$  (0 kg/hm<sup>2</sup>)、 $N_{120}$  (120 kg/hm<sup>2</sup>)、 $N_{240}$  (240 kg/hm<sup>2</sup>)、 $N_{360}$  (360 kg/hm<sup>2</sup>) 4 个施氮量处理,研究表明,氮肥能显著增加油菜的产量和植株氮素积累量,且随着施氮量的增加,产量和植株氮素积累量均呈增加趋势。当施氮量为  $N_{240}$  时,宁杂 1818 和史力佳 2 个油菜品种的油菜籽产量比  $N_0$  分别增加了 104.80% 和 123.98%。收获指数和籽粒的氮素积累量占总积累量的比例虽比  $N_{120}$  处理略有降低但差异不显著。宁杂 1818 在此处理下的氮肥农学利用率显著高于  $N_{120}$  和  $N_{360}$ ,史力佳在此处理下的氮肥农学利用率虽比  $N_{120}$  处理略有降低但差异不显著。综合上述结果表明,江苏沿江地区油菜的施氮量在 240 kg/hm<sup>2</sup> 时,可以较好地协调较高产量和合理的氮肥利用率的统一。

**关键词:**油菜;施氮量;产量;氮肥利用率

**中图分类号:**S634.306 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)12-0093-03

油菜是我国重要的油料作物,近年来种植面积保持在  $7.4 \times 10^6$  hm<sup>2</sup> 左右,为我们提供了 60% 左右的国产食用植物油<sup>[1]</sup>。在当前我国食用植物油对外依存度居高不下的严峻形势下<sup>[2]</sup>,提高油菜产量对于维护国家食用油供给安全具有重要作用。氮素是限制油菜产量最重要的因素之一<sup>[3]</sup>,充足的氮素供应可增加植株的干物质累积和氮素吸收<sup>[4]</sup>,有利于增加分枝数和总角果数从而提高籽粒产量<sup>[5]</sup>。但氮肥施用过量则会造成油菜贪青晚熟,增产效应降低,还会增加由于降雨径流而导致的氮素流失,提高环境污染风险<sup>[6]</sup>。在我国的油菜生产中,氮肥施用不合理的现象普遍存在<sup>[7]</sup>。

江苏是我国重要的油菜产区,种植面积广且产量高,据中国农业统计资料,2015 年江苏的油菜播种面积为  $3.36 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>,占全国总面积的 4.6%,居全国第七,单产高达 2 785 kg/hm<sup>2</sup>,居全国第一,是全国平均单产的 1.4 倍<sup>[8]</sup>。其中沿江、沿海地区是江苏油菜核心产区,油菜面积约占江苏油菜总面积的 85%<sup>[9]</sup>。但近年来这些地区农村劳动力转移量大,务农人口年龄结构不断老化,由于缺乏劳动力,油菜种植密度越来越小,据调查,海门市油菜种植密度最小的田块不到 45 000 株/hm<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。为了弥补密度减小带来的油菜单产的降低,种植户们不断增加肥料的投入,尤其是氮肥。这种只关注产量的施肥方式,极易造成氮肥的过量施用,降低氮肥的利用效率,还易引发环境风险。因此,亟需在该区域开展油菜适宜

施氮量的研究。为此,本研究通过在海门市悦来镇布置油菜的氮肥用量田间试验,研究施氮量对油菜产量及氮肥利用效率的影响,以期在当地油菜的合理施肥提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验概况

于 2014—2016 年在江苏省海门市悦来镇进行试验,试验点为旱作区,2 年的前茬作物均为玉米,土壤的基本理化性质见表 1。试验材料选择当地的主栽油菜品种宁杂 1818 和史力佳,其中宁杂 1818 为江苏省农业科学院经济作物研究所育成的杂交品种,史力佳为南京绿江种苗开发中心育成的常规油菜品种。

表 1 试验田基本理化性质

年份	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH 值
2014	18.3	1.10	21.0	122.8	8.1
2015	16.3	0.87	19.6	94.3	7.9

### 1.2 试验设计

施氮量设 4 个处理:0、120、240、360 kg/hm<sup>2</sup> (分别以  $N_0$ 、 $N_{120}$ 、 $N_{240}$ 、 $N_{360}$  表示),所用肥料品种为尿素(含 N 46%)。每个处理施过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%) 750 kg/hm<sup>2</sup>、氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60%) 250 kg/hm<sup>2</sup>、硼砂 15 kg/hm<sup>2</sup>。氮肥基追比为 5.5:4.5;钾肥基追比为 7:3;磷肥、硼肥全部为基肥。小区面积 67 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。育苗移栽,密度  $6 \times 10^4$  株/hm<sup>2</sup>,其他栽培管理方式同当地大田。

### 1.3 测定项目与方法

移栽前,以“S”形多点采集试验田耕层土壤,混匀风干后磨碎测定基础土壤理化性状。土壤养分指标采用常规方法测定。

收稿日期:2018-08-09

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-12);国家科技支撑计划(编号:2014BAD11B303)。

作者简介:张 维(1986—),女,四川南充人,助理研究员,主要从事油菜遗传育种及生物技术研究。E-mail: zhangwei1720@163.com。

成熟期收获前 1 d,在每个小区随机取样 5 株,分籽粒、角壳和茎秆烘干后称干质量,并采用凯氏定氮法测量氮素含量。

用以下参数来衡量氮肥的利用效率<sup>[11]</sup>:

氮肥农学利用率,指单位施氮量所增加的作物经济学产量。计算方法为:氮肥农学利用率=(施氮区产量-不施氮区产量)÷氮肥用量;

氮肥偏生产力,指单位施氮量所能生产的作物经济学产量。计算方法为:氮肥偏生产力=施氮区产量÷氮肥用量;

氮肥表观利用率,反映了作物对施入土壤中的肥料氮的回收效率。计算方法为:氮肥表观利用率=(施氮区植株总吸氮量-不施氮区植株总吸氮量)÷氮肥用量×100%;

氮肥生理利用率,是作物地上部每吸收单位肥料中的氮所获得的籽粒产量的增加量。计算方法为:氮肥生理利用率=(施氮区产量-不施氮区产量)÷(施氮区植株总吸氮量-不施氮区植株总吸氮量)。

利用 Excel 和 SPSS 统计软件进行数据整理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 施氮量对油菜籽产量的影响

施氮能显著提高油菜产量,且随着施氮量的增加,种子产量也不断提高(表 2)。2 年平均,宁杂 1818 各个施肥处理油菜籽产量分别比 N<sub>0</sub> 处理增加了 46.22%、104.80% 和 111.03%。处理 N<sub>240</sub>与 N<sub>120</sub>间油菜籽产量差异显著。但处理 N<sub>360</sub>与 N<sub>240</sub>差异不显著。史力佳各个施肥处理油菜籽产量比 N<sub>0</sub> 处理分别增加了 75.68%、123.98% 和 150.05%,各处理间油菜籽产量差异显著。2 个品种对氮肥处理的增产效应存在显著差异。宁杂 1818 各处理的油菜籽产量均高于史力佳。N<sub>0</sub> 处理下宁杂 1818 油菜籽产量比史力佳高 26.31%,表明宁杂 1818 比史力佳更耐贫瘠。当施氮量超过 240 kg/hm<sup>2</sup> 时,宁杂 1818 的增产效果已不显著,而史力佳随氮素水平增加依然有显著增产效果。上述结果表明,宁杂 1818 是个氮高效型品种,而史力佳属于“吃肥”的品种。

表 2 氮肥用量对油菜产量的影响

品种	处理	实收油菜籽产量(kg/hm <sup>2</sup> )			比 N <sub>0</sub> 增产率 (%)
		2014—2015 年	2015—2016 年	平均	
宁杂 1818	N <sub>0</sub>	2 150	2 039	2 094c	
	N <sub>120</sub>	3 128	2 997	3 063b	46.22
	N <sub>240</sub>	4 400	4 179	4 289a	104.80
	N <sub>360</sub>	4 538	4 302	4 420a	111.03
史力佳	N <sub>0</sub>	1 642	1 681	1 662d	
	N <sub>120</sub>	2 996	2 842	2 919c	75.68
	N <sub>240</sub>	3 782	3 661	3 722b	123.98
	N <sub>360</sub>	4 213	4 096	4 155a	150.05

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

2.2 施氮量对油菜生物量的影响

施氮能显著提高油菜地上各部位的生物学产量(表 3)。宁杂 1818 的籽粒、果壳、茎秆的生物量均随着施氮量的增加而不断增加,N<sub>360</sub>处理的籽粒、果壳、茎秆的单株生物量达到了 87.62、128.78、184.33 g,分别比 N<sub>0</sub> 处理增加了 92.2%、119.3%、102.2%。但 N<sub>360</sub> 处理与 N<sub>240</sub> 处理间差异不显著。史力佳的籽粒、果壳、茎秆的生物量也随着施氮量的增加逐渐增加,且各个处理间均差异显著,N<sub>360</sub> 处理下的籽粒、果壳、茎

秆的单株生物量达到了 83.46、120.46、169.39 g,分别比 N<sub>0</sub> 处理增加了 111.0%、128.3%、112.4%。施氮对油菜的收获指数也有影响,随着施氮量的增加,收获指数有下降的趋势,在 N<sub>120</sub>处理和 N<sub>240</sub>处理下,2 个品种的油菜收获指数都与 N<sub>0</sub> 处理没有显著差异,但当施氮量达到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,2 个品种的收获指数均显著降低。说明当施氮量过高时,油菜所吸收的氮素较多地分配到果壳和茎秆的生长上。

表 3 氮肥用量对油菜单株生物量的影响

品种	处理	籽粒(g/株)			果壳(g/株)			茎秆(g/株)			收获指数
		2014—2015 年	2015—2016 年	平均	2014—2015 年	2015—2016 年	平均	2014—2015 年	2015—2016 年	平均	
宁杂 1818	N <sub>0</sub>	46.90	44.25	45.58c	60.82	56.59	58.71c	94.42	87.88	91.15c	0.233a
	N <sub>120</sub>	65.16	60.28	62.72b	85.32	77.11	81.21b	132.65	118.53	125.59b	0.233a
	N <sub>240</sub>	88.00	85.89	86.94a	122.76	115.71	119.24a	179.86	170.11	174.99a	0.228a
	N <sub>360</sub>	90.44	84.80	87.62a	136.60	120.96	128.78a	196.05	172.61	184.33a	0.219b
史力佳	N <sub>0</sub>	39.48	39.65	39.56d	53.76	51.75	52.76d	80.66	78.81	79.74d	0.230a
	N <sub>120</sub>	61.90	53.30	57.6c	84.80	71.17	77.99c	125.41	105.35	115.38c	0.230a
	N <sub>240</sub>	77.20	71.04	74.12b	110.40	97.98	104.19b	149.86	137.98	143.92b	0.230a
	N <sub>360</sub>	85.40	81.52	83.46a	125.00	115.92	120.46a	173.44	165.34	169.39a	0.223b

2.3 氮肥用量对植株氮素累积量的影响

油菜籽粒、果壳和茎秆各部位的氮素累积量均随着施氮量的增加而不断上升(表 4),当施氮量增加到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,宁杂 1818 的籽粒、果壳和茎秆的氮素累积量分别达到了 3.42、1.54、1.53 g/株,比 N<sub>0</sub> 处理分别增加了 108.5%、

227.7%、206.0%;史力佳的籽粒、果壳和茎秆的氮素累积量分别达到了 3.24、1.39、1.44 g/株,比 N<sub>0</sub> 处理分别增加了 138.2%、297.1%、213.0%。氮素总累积量也随着施氮量的增加而不断上升,当施氮量增加到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,宁杂 1818 和史力佳的地上部氮素总累积量分别达到了 6.49 g/株和

6.07 g/株,比不施氮处理增加了 166.0% 和 179.7%。史力佳的籽粒、果壳和茎秆的氮素积累量及氮素总积累量各处理间差异显著,而宁杂 1818 的籽粒和果壳的氮素积累量及氮素总积累量在 N<sub>240</sub> 处理和 N<sub>360</sub> 处理间差异不显著。氮肥的施用还会影响各部位氮素积累量占总积累量的比例,随着施氮量的增加,籽粒的氮素积累量所占比例逐渐下降,而果壳、茎秆所占比例逐渐增加。在不施氮的处理下,2 个油菜品种的籽粒

所占比例分别是 62.95% 和 62.67%,而茎秆所占比例分别为 19.22% 和 20.97%,果壳所占比例最少,分别是 17.84% 和 16.36%。当施氮量增加到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,2 个油菜品种的籽粒所占比例分别是 52.73% 和 53.37%,比 N<sub>0</sub> 处理降低了 16.2% 和 14.8%;茎秆所占比例分别为 23.57% 和 23.71%,比 N<sub>0</sub> 处理增加了 22.6% 和 13.1%;果壳所占比例分别为 23.69% 和 22.91%,分别比 N<sub>0</sub> 处理增加了 32.8% 和 40.0%。

表 4 氮肥用量对油菜单株氮素积累量的影响

品种	处理	籽粒 (g/株)	果壳 (g/株)	茎秆 (g/株)	总积累量 (g/株)	分配比例(%)		
						籽粒	果壳	茎秆
宁杂 1818	N <sub>0</sub>	1.64c	0.47b	0.50d	2.61c	62.95a	17.84d	19.22c
	N <sub>120</sub>	2.29b	0.77b	0.83c	3.89b	58.77b	19.75c	21.47b
	N <sub>240</sub>	3.39a	1.32a	1.30b	6.01a	56.48b	21.86b	21.66b
	N <sub>360</sub>	3.42a	1.54a	1.53a	6.49a	52.73c	23.69a	23.57a
史力佳	N <sub>0</sub>	1.36d	0.35d	0.46d	2.17d	62.67a	16.36c	20.97b
	N <sub>120</sub>	2.08c	0.63c	0.88c	3.59c	57.83b	17.55bc	24.62a
	N <sub>240</sub>	2.85b	1.03b	1.22b	5.09b	55.88c	20.27ab	23.84a
	N <sub>360</sub>	3.24a	1.39a	1.44a	6.07a	53.37d	22.91a	23.71a

2.4 氮肥用量对油菜氮素利用率的影响

不同油菜品种的氮素利用率受氮肥用量的影响略有不同(表 5)。随着施氮量的增加,宁杂 1818 的氮肥农学利用率呈先升后降趋势,在 N<sub>240</sub> 处理下最高,与 N<sub>120</sub> 处理和 N<sub>360</sub> 处理差异显著;而史力佳的氮肥农学利用率随着施氮量的增加逐渐降低,在 N<sub>120</sub> 处理下最高,N<sub>240</sub> 处理与 N<sub>120</sub> 处理相比,虽有下降但差异不显著,当施氮量增加到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,显著低于施

氮 120 kg/hm<sup>2</sup>。2 个品种的氮肥偏生产率均随着施氮量的增加显著降低。随着施氮量的增加,2 个品种的氮肥表观利用率均呈先升后降的趋势,在 N<sub>240</sub> 处理下,宁杂 1818 的氮肥表观利用率为 85%,显著高于 N<sub>120</sub> 处理;史力佳在 N<sub>240</sub> 处理下的氮肥表观利用率与 N<sub>120</sub> 处理和 N<sub>360</sub> 处理差异不显著,但为 3 个处理中的最高值。氮肥的生理利用率在 3 个处理间差异不显著。

表 5 氮肥用量对油菜氮素利用率的影响

品种	处理	氮肥农学利用率 (kg/kg)	氮肥偏生产力 (kg/kg)	氮肥表观利用率 (%)	氮肥生理利用率 (kg/kg)
宁杂 1818	N <sub>120</sub>	8.07b	25.52a	64.25b	12.66a
	N <sub>240</sub>	9.15a	17.87b	85a	10.77a
	N <sub>360</sub>	6.46c	12.28c	71a	10.03a
史力佳	N <sub>120</sub>	10.48a	24.33a	71a	15.16a
	N <sub>240</sub>	8.58ab	15.51b	73.13a	11.69a
	N <sub>360</sub>	6.92b	11.54c	65a	10.31a

3 讨论

氮肥的增产效应及氮肥利用率是衡量氮肥适宜施用量的重要指标<sup>[12]</sup>。不同地区,由于土壤性质、环境条件、气候以及栽培方式的不同,适宜的施氮量也不同。李银水等通过在湖北 4 个县布置的 9 个油菜氮肥肥效试验确定了该地区的适宜施氮量为 150 kg/hm<sup>2</sup><sup>[11]</sup>。王寅等在苏南、浙北油菜主产区布置了 10 组冬油菜的氮肥用量田间试验,结果表明,在施氮量为 199 kg/hm<sup>2</sup> 时,不仅能大幅减少氮肥投入,还能获得较高的区域产量水平和氮肥利用效率<sup>[13]</sup>。本研究表明,在江苏沿江地区,氮肥的施用能显著增加油菜的产量和氮素积累量,且随着施氮量的增加,油菜的产量和氮素积累量都逐渐增加,当施氮量增加到 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,2 个油菜品种的产量和氮素积累量都达到 4 个处理的最高值,但此施氮量下,收获指数、籽粒的氮素积累量占总积累量的比例以及氮肥的农学利用率和偏生产率都显著降低,说明此施氮量已高于适宜施氮量,植株吸收到的氮素较多地分配到果壳和茎秆中。当施氮量为 240 kg/hm<sup>2</sup> 时,2 个油菜品种都达到了较高的增产水平,实收

产量比不施氮处理分别增加了 104.80% 和 123.98%,且宁杂 1818 在此施氮量的产量虽比最高值(N<sub>360</sub> 处理下的产量)略低,但差异不显著。收获指数、籽粒的氮素积累量占总积累量的比例虽比 N<sub>120</sub> 处理略有降低但差异不显著。宁杂 1818 在此施氮量的氮肥农学利用率显著高于 N<sub>120</sub> 和 N<sub>360</sub>,史力佳在此施氮量的氮肥农学利用率虽比 N<sub>120</sub> 处理略有降低但差异不显著,且 2 个品种的氮肥表观利用率均在 N<sub>240</sub> 处理下达最大值。综合上述结果,江苏沿江地区油菜的施氮量在 240 kg/hm<sup>2</sup> 时,可以较好地协调较高产量和合理的氮肥利用率。在生产中,应根据土壤肥力、油菜品种、种植密度等情况在此施氮水平上做适当调整。

本试验的研究结果与李银水等<sup>[11]</sup>、王寅等<sup>[13]</sup>的研究结果相比,适宜的施氮量较高。究其原因,一方面是由于江苏沿江地区的气候条件适宜油菜的生长<sup>[14]</sup>,而油菜高产潜力的发挥需要较高的施氮量;另一方面是由于本试验的种植密度较低,需要更高的氮肥投入。不少研究者认为,适当增加密度,减少施肥量尤其是施氮量是节本增效、实现农作物高产高效的栽培方式<sup>[5,15]</sup>。但由于当地的主要栽培方式是人工育苗移

赵娜,王学军,葛红,等.不同食用型蚕豆籽粒中糖和淀粉变化的比较研究[J].江苏农业科学,2019,47(12):96-99.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.020

# 不同食用型蚕豆籽粒中糖和淀粉变化的比较研究

赵娜,王学军,葛红,陈满峰,顾春燕,汪凯华,缪亚梅

(江苏沿江地区农业科学研究所,江苏如皋 226541)

**摘要:**为探明不同食用型蚕豆种子发育过程中糖和淀粉含量的动态变化规律,以1个粮用型、1个粮菜兼用型和3个鲜食型品种为试验材料,测定了蚕豆从开花后25 d到完全成熟期间籽粒可溶性总糖、蔗糖和淀粉含量。结果表明,不同食用类型的蚕豆籽粒生长发育过程中可溶性总糖、蔗糖和淀粉含量的变化趋势差异均较大。其中,兼用型和鲜食型蚕豆的可溶性总糖和蔗糖均分别在30 d和35 d达到峰值后逐渐下降,而粮用型呈一直下降趋势。在开花后30~45 d的籽粒灌浆阶段,鲜食型蚕豆的可溶性总糖和蔗糖含量明显高于兼用型和粮用型,且兼用型高于粮用型;籽粒发育到成熟期时,3种食用类型的糖分含量水平一致。3种食用类型蚕豆总淀粉含量变化均在开花后25~45 d籽粒灌浆阶段呈逐渐上升的趋势,在开花后45 d达到最大值后趋于一致。粮用型蚕豆淀粉含量在开花后25~45 d要显著高于兼用型和鲜食型蚕豆,成熟期没有差异。以上数据表明,鲜食型蚕豆在籽粒灌浆阶段(30~45 d)的可溶性总糖和蔗糖含量较高,淀粉含量较低,食味品质最佳。

**关键词:**食用类型;蚕豆;籽粒发育;可溶性糖;蔗糖;淀粉

**中图分类号:**S643.601 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)12-0096-04

蚕豆(*Vicia faba* L.),别称胡豆、佛豆、罗汉豆等,是我国非常重要的冷季食用豆类<sup>[1]</sup>,蚕豆富含蛋白质、碳水化合物、膳食纤维、矿物质等<sup>[2-3]</sup>。蚕豆广泛用作粮食、蔬菜、饲料、

收稿日期:2018-08-21

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-09);江苏省南通市科技计划(编号:MS12015083);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2019];江苏省“333工程”人才项目(编号:BRA2017192)。

作者简介:赵娜(1986—),女,山东枣庄人,硕士,助理研究员,主要从事豆类作物遗传育种研究。E-mail:zhaona5670@163.com。  
通信作者:缪亚梅,副研究员,主要从事豆类品种选育与栽培研究。E-mail:1142779893@qq.com。

栽和收获,机械化水平低,而劳动力成本较高,限制了栽培密度的增加。如果能够提高该区域的机械化、轻简化水平,那么便可以适当增加油菜的栽培密度,减少氮肥的投入。

## 参考文献:

- [1]鲁剑巍.中国油菜生产的高产高效氮素管理[J].中国农业科学,2016,49(18):3504-3505.
- [2]王汉中,殷艳.我国油料产业形势分析与对策建议[J].中国油料作物学报,2014,36(3):414-421.
- [3]任涛,鲁剑巍.中国冬油菜氮素养分管理策略[J].中国农业科学,2016,49(18):3506-3521.
- [4]邹娟,鲁剑巍,陈防,等.冬油菜施氮的增产和养分吸收效应及氮肥利用率研究[J].中国农业科学,2011,44(4):745-752.
- [5]付三雄,周晓婴,张维,等.种植密度和施氮量对油菜产量、品质及机收性状的影响[J].江苏农业学报,2016,32(3):548-556.
- [6]俞钢钊,叶静,马军伟,等.不同施氮水平下油菜地土壤氮素径流失特征研究[J].水土保持学报,2011,25(3):22-25,30.

绿肥<sup>[4]</sup>。根据蚕豆籽粒的食用价值可以分为粮用型、鲜食型(也称菜用型)和粮菜兼用型。粮用型蚕豆是收获干籽粒作为粮食食用的类型,鲜食型蚕豆是指鲜籽粒作为蔬菜食用的类型<sup>[5]</sup>。目前,蚕豆在我国大部分地区均有种植,虽然大部分仍以粮用蚕豆为主,但是近年来,随着江苏等地鲜食蚕豆品种的营养价值、口感及外观特性等品质日益优良<sup>[6]</sup>,蚕豆作为蔬菜越来越受人们的喜爱。

蚕豆由于籽粒较大成为种子发育分子和生理研究的模式物种<sup>[7]</sup>。蚕豆种子中碳水化合物的含量占50%以上,其中淀粉含量45%左右,可溶性糖含量约3%<sup>[8]</sup>。已有研究表明,蚕豆籽粒在充实过程中,淀粉含量不断增加,可溶性糖含量下降<sup>[9]</sup>。但是,不同食用类型蚕豆籽粒之间在生长发育过程中

- [7]徐华丽,鲁剑巍,李小坤,等.湖北省油菜施肥现状调查[J].中国油料作物学报,2010,32(3):418-421.
- [8]屈冬玉.中国农业统计资料[M].北京:中国农业出版社,2016.
- [9]陈震.“十二五”江苏油菜生产发展对策思考[J].江苏农业科学,2012,40(2):8-9.
- [10]姜珏,许锦洲.海口市油菜一穴双株种植试验简报[J].上海农业科技,2017,2:45.
- [11]李银水,鲁剑巍,廖星,等.氮肥用量对油菜产量及氮素利用效率的影响[J].中国油料作物学报,2011,33(4):379-383.
- [12]闫湘,金继运,何萍,等.提高肥料利用率技术研究进展[J].中国农业科学,2008,41(2):450-459.
- [13]王寅,鲁剑巍,李小坤,等.江浙油菜主产区冬油菜的区域适宜施氮量研究[J].土壤学报,2013,50(6):1117-1128.
- [14]顾玉民,李炳生,管怀锦.氮肥运筹对不同茬口的早熟矮秆双低油菜的影响[J].种子科技,2012(6):19-21.
- [15]房琴,王红光,马伯威,等.密度和施氮量对超高产冬小麦群体质量和产量形成的影响[J].麦类作物学报,2015,35(3):364-371.