

网络出版时间:2012-08-15 10:52

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120815.1052.006.html>

甘蓝杂种一代整齐度主要评判标准研究

马英夏¹, 张恩慧¹, 杨安平², 许忠民¹, 程永安¹, 高海娜¹

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 农业部西北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2 杨凌职业技术学院 生物工程系, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**研究甘蓝双单倍体(DH)等不同基因纯合度的自交系所配杂种一代的性状差异, 确立甘蓝杂种田间整齐度的测定指标及评价标准, 为甘蓝杂交种的品种审定和新品种质量检验提供科学依据。**【方法】**以甘蓝 DD 型(包括 DH01×DH02、DH03×DH06、DH05×DH08 3 个品种)、DS 型(包括 DH01×S01、DH03×S05、DH05×S09 3 个品种)、SS 型(包括 S06×S01、S12×S05、S18×S09 3 个品种)3 种杂交类型的杂交品种为试材, 在叶球生理成熟时, 测定植株间株高、株幅、外叶宽、叶球周长、叶球横径、叶球纵径及单球质量等农艺性状值并计算变异系数, 利用各性状的变异系数对不同类型杂交种的整齐度进行分析, 并分析各性状变异系数的相关性, 探讨甘蓝杂交种整齐度的划分标准。**【结果】**DD 型、DS 型、SS 型 3 种杂交类型中, 7 个农艺性状变异系数在相同杂交类型品种间差异不显著, 在不同杂交类型品种间差异极显著。DD 型中 3 个品种的 7 个农艺性状变异系数均值分别为 1.72、1.68 和 1.73, 平均 CV=1.71, 整齐度高; DS 型中 3 个品种各性状变异系数均值分别为 3.71、3.63 和 3.74, 平均 CV=3.69, 整齐度次之; SS 型中 3 个品种各性状变异系数均值分别为 5.73、5.73 和 5.87, 平均 CV=5.78, 整齐度较低; 田间目测结果与变异系数差异结果具有一致性。7 个农艺性状变异系数间均呈极显著正相关, 相关系数为 0.974~0.997。**【结论】**甘蓝杂交种的双亲基因纯度不同, 其配组杂种一代的整齐度不同, 基因高度纯合的 DH 系与基因不同纯合度的亲本杂交配组, 整齐度呈现 DD 型>DS 型>SS 型的变化规律; 以 7 个性状中的几个或更多个性状的变异系数反映甘蓝杂交种的整齐度具有一致性; 以性状变异系数为指标, 将甘蓝杂种一代品种的田间整齐度划分为高度整齐($0 \leq CV < 2.50$)、整齐($2.50 \leq CV < 5.50$)、较整齐($5.50 \leq CV < 9.0$)和不整齐($CV \geq 9.0$)4 个级别。

【关键词】 甘蓝; DH 系; 杂种一代; 变异系数; 整齐度

【中图分类号】 S635

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)09-0155-06

Study on main uniformity evaluation standard of F_1 hybrid of cabbage

MA Ying-xia¹, ZHANG En-hui¹, YANG An-ping², XU Zhong-min¹,
CHENG Yong-an¹, GAO Hai-na¹

(1 College of Horticulture, Key Laboratory of Horticultural Plant Biology and Germplasm Innovation
in Northwest China, Ministry of Agriculture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Biotechnology, Yangling Vocation & Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**The study was to evaluate new varieties and their quality inspection from cabbage DH and inbred lines through surveying the traits differences of hybrids obtained by different gene purity cabbages, and a new valuation standard was established. **【Method】**Using different types DD(Including DH01×DH02, DH03×DH06, DH05×DH08), DS(Including DH01×S01, DH03×S05, DH05×S09) and

【收稿日期】 2012-01-15

【基金项目】 国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-25-G-47);“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD01A7-2-04);陕西省科学技术研究发展计划项目(2010K01-09-2);陕西省教育厅科学研究项目(11JK0642)

【作者简介】 马英夏(1986—), 女, 河北邢台人, 在读硕士, 主要从事甘蓝育种与生物技术研究。E-mail: mayingxia423@126.com

【通信作者】 张恩慧(1960—), 男, 陕西扶风人, 教授, 硕士生导师, 主要从事甘蓝育种与生物技术研究。
E-mail: ganlan606@126.com

SS(Including S06×S01,S12×S05,S18×S09) of cabbage hybrid varieties,the traits of plant height,plant width,outer leaf width,ball circumference,ball diameter,ball longitudinal diameter and single-ball weight were measured when leafy head reached physiological maturity,and the uniformity of different hybrids was analyzed by calculating the coefficient of variation,and the criteria for the classification of uniformity of the cabbage hybrids was explored by analyzing the correlation of variation coefficient.【Result】In DD,DS and SS types,difference from coefficient of variation of seven agronomic traits within the same hybrid type was not significant,while it was significantly different among different hybrid types. The mean coefficient of variation was 1.72,1.68 and 1.73 for the DD type and high uniformity;3.71,3.63 and 3.74 for DS type and intermediate uniformity;5.73,5.73 and 5.87 for SS type and low uniformity. Visual results were consistent with the results of the coefficient of variation. Coefficient of variation between the seven agronomic traits were highly significantly positive with correlation coefficient between 0.974 to 0.997.【Conclusion】The cabbage F₁ hybrid uniformity was different if the parents genetic purity were different;The uniformity result showed DD>DS>SS type when the DH lines hybrid to parents with gene were highly homozygous and different homozygous. It is consistent when reflecting the uniformity of cabbage hybrids by using the coefficient of variation of a few or more traits. The uniformity of F₁ hybrids of cabbage was divided into four grades:high neat($0\leq CV<2.50$), middle neat($2.50\leq CV<5.50$), low neat($5.50\leq CV<9.0$),not neat($CV\geq 9.0$).

Key words: *Brassica oleracea* L. ;DH lines;hybrids;coefficient of variation;uniformity

甘蓝(*Brassica oleracea* L.)是一种具有显著杂种优势的重要蔬菜种类,生产上应用的品种已全部实现杂种化^[1]。对于农作物杂交种而言,其整齐度是衡量杂交种性状的重要指标之一,而且随着生产的发展,种植者对整齐度的要求也越来越高。杂交种的整齐度是杂交群体在一定环境下植株各性状数量差异大小的表现,影响整齐度的因素很多,但主要可分为遗传和环境 2 个方面。环境因素主要是人为控制的栽培措施,遗传因素主要与杂交种的双亲基因纯度有关。前人在研究禾本科作物整齐度的过程中,曾应用的衡量整齐度的指标有回归系数、标准差和变异系数^[2]。变异系数是不带单位的数值,表示单位量的变异,变异系数可用于不同性状变异程度的比较,比标准差更确切。对水稻^[3-4]、小麦^[5-6]、玉米^[7]、油菜^[8]和大豆^[9]等以变异系数为基础研究作物的整齐度,结果显示,作物的整齐度与品种纯度和产量密切相关。目前世界各国对包括甘蓝在内的许多蔬菜作物杂交种整齐度的研究尚未见报道,或对整齐度的分析和分级还没有一个科学的评判标准,致使整齐度指标难以统一。整齐度表示的数值没有固定的域,多数是基于目测评价,主观随意性大,因此需要一个科学而客观的评判度量标准。本研究拟选择甘蓝双单倍体(DH)^[10-12]等基因型纯合度不同亲本配组杂交种,测量其部分主要性状,根据性状的变异系数大小,探讨甘蓝杂交种整齐度数值域划分

标准,以期为甘蓝杂交种的品种审定和新品种质量检验提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验选用双亲均为 DH 系的甘蓝杂种一代品种,称为 DD 型,供试 3 个品种为 DH01×DH02、DH03×DH06、DH05×DH08;选用双亲之一为 DH 系,另一个为多代自交选育所得自交系的甘蓝杂种一代品种,称为 DS 型,供试 3 个品种为 DH01×S01、DH03×S05、DH05×S09;选用双亲均为多代自交选育所得自交系的甘蓝杂种一代品种,称为 SS 型,供试 3 个品种为 S06×S01、S12×S05、S18×S09。供试甘蓝杂种一代品种均由西北农林科技大学园艺学院甘蓝育种研究室提供。

1.2 方 法

1.2.1 材料种植 将试验用 3 种类型甘蓝杂交种的种子于 2010-12-25 播种于日光温室中育苗,保持一定的温度与湿度,待长出 3 片真叶时在日光温室中分苗 1 次。当幼苗长有 6~7 片真叶时,于翌年 03-18 露地定植。试验地前茬一致,地势平坦,土壤质地、墒情和肥力等均匀。每个小区每个品种栽植 60 株,行距 45 cm,株距 35 cm,3 次重复,随机排列。栽培后按照春甘蓝的常规田间栽培措施进行管理。

1.2.2 性状测量 当供试 3 种类型的甘蓝杂种一代品种叶球生理成熟时,分别从每个小区随机抽取 20 株,测量株高、株幅、外叶宽、叶球周长、叶球横径、叶球纵径、单球质量等 7 个主要农艺性状。

株高:测量植株基部与地面接触处至植株最高处的自然高度。

株幅:测量植株外叶开展的最大距离。

外叶宽:测量最大外叶的宽度。

叶球周长:测量成熟叶球横切面的周长。

叶球横径:测量成熟叶球横切面的最大横径。

叶球纵径:测量成熟叶球纵切面的最大纵径。

单球质量:测量叶球成熟时除掉外叶后的单球质量。

1.2.3 数据转化和统计分析 用于统计分析的数据为各性状测量数据。分析前使用变异系数计算公式对数据进行转化。变异系数(CV)计算公式^[2]如下:

$$CV=S/X,$$

其中 $S= \sqrt{\sum(x_i-x)^2/(n-1)}$, $X=(\sum x_i)/n$,
故

$$CV= \sqrt{\sum(x_i-x)^2/(n-1)}/(\sum x_i)/n.$$

式中:CV 为变异系数,S 为标准差,X 为样本平均值, x_i 为各样本值,n 为样本容量(样本个数)。

变异系数值的大小是表示杂种一代品种田间生长整齐度指标的方法,其值越小表示整齐度越高,即越整齐。试验数据使用 SPSS Statistics 17.0 软件进行因子分析。

2 结果与分析

2.1 甘蓝 3 种类型杂交种(F₁)主要性状变异系数间的差异比较

由表 1 可以看出,在 DD 型、DS 型、SS 型 3 种甘蓝杂交类型中,同一杂交类型内 7 个农艺性状在品种间的变异系数差异不显著。在 DD 型中变异系数最大差值在株高性状上,DH01×DH02 的 CV 最大(2.26),DH05×DH08 的 CV 最小(1.93),两者差值为 0.33;在 DS 型和 SS 型中,变异系数最大差值均表现在单球质量性状上,DS 型中 DH01×S01 的 CV 最大(5.22),DH03×S05 的 CV 最小(4.99),两者差值为 0.23;SS 型中 S18×S09 的 CV 最大(8.62),S06×S01 的 CV 最小(7.73),两者差值为 0.89。3 种杂交类型中,每个农艺性状的变异系数平均值在不同杂交类型间差异极显著,7 个农艺性状的变异系数均呈规律性变化,即 DD 型<DS 型<SS 型;3 种杂交类型间不同性状变异系数最大差值均表现在单球质量性状上,DD 型与 DS 型相差 3.1、与 SS 型相差 6.15,DS 型与 SS 型相差 3.05;最小差值均表现在叶球周长性状上,DD 型与 DS 型相差 1.35、与 SS 型相差 2.89,DS 型与 SS 型相差 1.54。由此得出,杂交类型内不同品种性状变异系数差值都较小,表明相同杂交类型品种内整齐度存在较高的一致性;杂交类型间的品种性状变异系数差值都较大,表明不同杂交类型品种间整齐度呈现极大的差异性,DD 型的整齐度最高,DS 型的整齐度次之,SS 型的整齐度较低。

表 1 甘蓝不同杂交类型品种农艺性状变异系数的比较结果
Table 1 Results of the agronomic traits coefficient of variation of the different types of hybrid cabbages

杂交类型 Hybrid type	杂交品种 Hybrids	株幅 Plant width		株高 Plant height		外叶宽 Leaf width		叶球周长 Ball circumference		叶球横径 Ball diameter		叶球纵径 Ball longitudinal diameter		单球质量 Single-ball weight	
		数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean	数值 Value	均值 Mean
DD 型 DD type	DH01×DH02	1.63		2.26		1.99		1.46		1.42		1.25		2.01	
	DH03×DH06	1.72	1.64 C	2.18	2.12 C	1.87	1.93 C	1.58	1.56 C	1.38	1.46 C	1.12	1.23 C	1.94	2.02 C
	DH05×DH08	1.56		1.93		1.93		1.65		1.57		1.33		2.12	
DS 型 DS type	DH01×S01	3.38		4.79		3.87		2.93		3.11		2.64		5.22	
	DH03×S05	3.29	3.39 B	4.75	4.70 B	3.96	3.95 B	2.84	2.91 B	3.03	3.13 B	2.58	2.65 B	4.99	5.12 B
	DH05×S09	3.49		4.57		4.02		2.98		3.24		2.72		5.16	
SS 型 SS type	S06×S01	5.32		6.73		5.88		4.56		5.08		4.83		7.73	
	S12×S05	5.46	5.54 A	6.55	6.63 A	5.67	5.78 A	4.57	4.45 A	4.96	5.05 A	4.74	4.83 A	8.16	8.17 A
	S18×S09	5.83		6.61		5.79		4.23		5.11		4.91		8.62	

注:同列数据后标不同大写字母者表示差异极显著(P<0.01)。表 3 同。
Note:The ones marked by uppercase letters show that the difference is extremely significant(P<0.01). The same as tables 3.

2.2 甘蓝杂交种(F₁)主要性状变异系数间的相关性

由表 2 可以看出,甘蓝 3 种杂交类型不同品种

间的株幅、株高、外叶宽、叶球周长、叶球横径、叶球纵径和单球质量等 7 个农艺性状变异系数间的相互关系均呈极显著正相关,相关系数最小值出现在株

高与叶球纵径 2 个性状间,相关系数 $r=0.974$;最大值出现在株幅与单球质量 2 个性状间,相关系数 $r=0.997$ 。由此得出,以这 7 个农艺性状的变异系数作为衡量杂交种整齐度的指标具有一致性;7 个农艺性

状变异系数相互间的相关系数均大于 0.974,表明利用这些性状或其中几个性状作为判断杂交种是否整齐

的指标具有可靠性。

表 2 甘蓝杂交种 7 个农艺性状变异系数间的相关性

Table 2 Coefficient correlation between the variations of seven agronomic traits in cabbage

农艺性状 Agronomic traits	株幅 Plant width	株高 Plant height	外叶宽 Leaf width	叶球周长 Ball circumference	叶球横径 Ball diameter	叶球纵径 Ball longitudinal diameter	单球质量 Single-ball weight
株幅 Plant width	1.000	0.983**	0.991**	0.987**	0.996**	0.994**	0.997**
株高 Plant height		1.000	0.996**	0.985**	0.987**	0.974**	0.989**
外叶宽 Leaf width			1.000	0.992**	0.996**	0.988**	0.994**
叶球周长 Ball circumference				1.000	0.995**	0.990**	0.986**
叶球横径 Ball diameter					1.000	0.996**	0.995**
叶球纵径 Ball longitudinal diameter						1.000	0.989**
单球质量 Single-ball weight							1.000

注:标**表示相关性极显著。
Note: ** means the correlation is extremely significant.

2.3 甘蓝杂交种(F₁)主要性状变异系数与目测结果的比较

由表 3 可知,DD 型中 3 个甘蓝杂交种的变异系数均值分别为 1.72,1.68 和 1.73,三者平均 CV=1.71;DS 型中 3 个品种的变异系数均值分别为 3.71,3.63 和 3.74,三者平均 CV=3.69;SS 型中 3 个品种的变异系数均值分别为 5.73,5.73 和 5.87,三者平均 CV=5.78;3 种杂交类型的平均变异系数

值之间呈极显著的差异性。对于 3 种杂交类型中的同类杂交品种,通过田间性状总体观察发现,目测的整齐度与平均变异系数评判整齐度之间具有一致性,即 DD 型杂交种表现高度整齐,DS 型杂交种表现整齐,SS 型杂交种表现较整齐。由此得出,甘蓝杂交种各性状的变异系数变化越小,其杂交种田间整齐度就表现越高,表明性状变异系数的域值可作为衡量杂交种整齐度的评判标准。

表 3 甘蓝杂交种主要性状变异系数与目测整齐度的比较结果

Table 3 Uniformity comparison between visual results and results of main coefficient of variation

杂交类型 Hybrid type	杂交品种 Hybrids variety	7 个性状变异系数平均值 The average coefficient of variation of 7 traits	田间目测结果 Visual results
DD 型 DD type	DH01×DH02	1.72	高度整齐 High neat
	DH03×DH06	1.68	高度整齐 High neat
	DH05×DH08	1.73	高度整齐 High neat
DS 型 DS type	DH01×S01	3.71	整齐 Neat
	DH03×S05	3.63	整齐 Neat
	DH05×S09	3.74	整齐 Neat
SS 型 SS type	S06×S01	5.73	较整齐 Less neat
	S12×S05	5.73	较整齐 Less neat
	S18×S09	5.87	较整齐 Less neat

2.4 甘蓝杂交种(F₁)整齐度分级标准

依据甘蓝 DD 型、DS 型和 SS 型 3 种杂交类型中不同杂交品种性状变异系数值的差异结果,变异系数均值与田间目测整齐度一致性结果,以及甘蓝主要农艺性状变异系数相互间呈极显著正相关的表现,按照甘蓝杂交种的株幅、株高、外叶宽、叶球周长、叶球横径、叶球纵径和单球质量等其中单一性状的变异系数,或几个性状的变异系数,或全部性状的变异系数均值,将甘蓝杂种一代品种的田间整齐度

划分为 4 个等级标准:高度整齐, $0\leq CV<2.50$;整齐, $2.50\leq CV<5.50$;较整齐, $5.50\leq CV<9.0$;不整齐, $CV\geq 9.0$ 。

3 讨论

农作物杂种一代群体性状的整齐度是衡量新品种品质的重要指标,整齐度的量化判定是科学评价杂交种特性的依据。甘蓝杂交种的整齐度是指群体内植株各性状数量差异的大小,直接影响着产量和

产品的外观品质。对于作物品种整齐度研究的性状范围,一般来说,凡是存在数值差异或外形差异的性状均可用整齐度来表示。水稻^[2,4]主要有株高、穗长、穗数、穗粒数等,小麦^[2,6]主要有株高、穗粒密度、籽粒大小等,玉米^[2,7]主要有株高、茎粗、穗位高、叶片数、穗长、穗粗、穗行数、行粒数等。本研究选用甘蓝株高、株幅、外叶宽、叶球周长、叶球横径、叶球纵径、单球质量等农艺性状的变异系数作为整齐度的分析指标,基本上能够反映甘蓝杂交种数值差异或外形差异性状的特点,性状变异系数值越小表示杂交种整齐度越高。变异系数表示整齐度是不带单位的数值,表示单位量的变异,用于不同性状变异程度的比较具有可比性。

农作物杂种一代品种整齐度的表现结果,除栽培措施外主要由杂交种双亲基因纯合度决定。甘蓝双单倍体即 DH 是由小孢子培养获得单倍体后加倍而来,其自交繁殖 DH 系的基因纯合度理论上为 100%,系内株间基因高度一致^[13-14];多代自交选育的自交系基因纯合度相对较低,系内株间基因一致性较差;基因纯合度不同的亲本配组杂种一代,其田间表现将会呈现不同程度的整齐度。本研究选用了甘蓝基因不同纯合度亲本配组 3 种类型杂交种,同类杂交种变异系数最大差值性状 DD 型为 1.93~2.26,DS 型为 4.99~5.22,SS 型为 7.73~8.62,由此得出杂交种 DD 型整齐度高、DS 型整齐度次之、SS 型整齐度较低的结果,这也证明了甘蓝杂交种双亲植株基因高度纯合一致,是决定杂种一代高度整齐的决定因素。

农作物杂种优势育种中杂种一代品种的选育均是采用基因相对纯合的亲本系配制组合,杂种一代由基因决定的性状遗传变化相对稳定,植株间各性状变异系数的大小相互关联,反映杂交种整齐程度的趋势也是一致的。本试验对甘蓝株幅、株高、外叶宽、叶球周长、叶球纵径、叶球横径、单球质量等 7 个性状的变异系数进行相关性分析,结果证明各性状间变异系数均呈极显著正相关,相关系数 0.974~0.997,由此说明用甘蓝几个或多个性状的变异系数评判整齐度的结果应是相同的。综合研究结果,依据甘蓝 DD 型、DS 型和 SS 型杂交种性状变异系数的差值范围,确定甘蓝杂种一代品种的田间整齐度为高度整齐、整齐、较整齐和不整齐 4 个级别。

4 结 论

本研究测量了甘蓝杂交种数值或外形上存在差

异的株幅、株高、外叶宽、叶球周长、叶球纵径、叶球横径、单球质量等 7 个主要性状的数值,并进行了数据转化,计算性状变异系数。结果表明,甘蓝杂交种的双亲基因纯度不同,其配组杂种一代的变异系数也不同,亲本基因的纯度越高,其杂交种性状的变异系数越小,基因高度纯合的 DH 系与基因不同纯合度的亲本杂交配组的变异系数最大差值性状,DD 型在 1.93~2.26,DS 型在 4.99~5.22,SS 型在 7.73~8.62。甘蓝杂交种 7 个性状变异系数间具有极显著的正相关性,表明用其中几个或更多个性状的变异系数反映杂交种整齐度具有一致性;利用变异系数作为评判甘蓝杂交种整齐度的指标,可划分甘蓝杂交一代品种为高度整齐($0 \leq CV < 2.50$)、整齐($2.50 \leq CV < 5.50$)、较整齐($5.50 \leq CV < 9.0$)、不整齐($CV \geq 9.0$) 4 个级别。

[参考文献]

- [1] 方智远.我国甘蓝产销变化与育种对策[J].中国蔬菜,2008(1):1-2.
Fang Z Y. Cabbage producing and selling and breeding strategy in rape breeding of China [J]. China Vegetables, 2008(1):1-2. (in Chinese)
- [2] 张焕裕.作物农艺性状整齐度的研究进展[J].湖南农业科学,2005(4):33-36.
Zhang H Y. The study progress of the regularity degree of crop agronomic traits [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2005(4):33-36. (in Chinese)
- [3] 徐正进,黄端冬,李洪建,等.水稻群体整齐度品种间差异相关的研究[J].沈阳农业大学学报,2006,37(2):137-140.
Xu Z J, Huang R D, Li H J, et al. Difference and correlation of uniformity in rice population among varieties [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2006, 37(2):137-140. (in Chinese)
- [4] 刘建丰,唐文帮,肖应辉,等.两系杂交晚稻整齐度与产量及其构成因素关系研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2001,27(1):1-3.
Liu J F, Tang W B, Xiao Y H, et al. Relationship between plant evenness and yield characters of two-line hybrid late season rice [J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2001, 27(1):1-3. (in Chinese)
- [5] 单成钢,王志芬,廖树华,等.基于数字图像的小麦群体整齐度测量方法研究[J].麦类作物学报,2008,28(5):819-823.
Shan C G, Wang Z F, Liao S H, et al. Study of measurement method of wheat based on of population uniformity digital image [J]. Journal of Triticeae Crops, 2008, 28(5):819-823. (in Chinese)
- [6] 冯 锋.冬小麦群体株高整齐度与产量关系的初步研究[J].北京农业科学,1989(4):19-20,21.
Feng F. Primary study on relationship between uniformity of

plant height and yield in winter wheat group [J]. Beijing Agricultural Sciences, 1989(4): 19-20, 21. (in Chinese)

[7] 钱晓刚, 宋 雪, 宋 碧. 玉米群体整齐度对产量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2011, 39(5): 49-51.
Qian X G, Song X, Song B. Effect of uniformity on yield of maize [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2011, 39(5): 49-51. (in Chinese)

[8] 汤晓华, 王 华. 甘蓝型优质油菜各生育阶段生长一致性对产量的影响 [J]. 耕作与栽培, 2001(6): 26-27.
Tang X H, Wang H. Effect of consistency of the growth stages on yield of *Brassica napus* [J]. Tillage and Cultivation, 2001(6): 26-27. (in Chinese)

[9] 张 英. 大豆性状整齐度与产量关系的研究 [J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2005, 7(2): 13-14.
Zhang Y. Study on the relationship between regular degree and yield of soybean [J]. Journal of Liaoning Agricultural College, 2005, 7(2): 13-14. (in Chinese)

[10] 桑玉芳, 张恩慧, 杨安平, 等. 甘蓝游离小孢子培养中影响胚状体形成的主要因素 [J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 125-129.
Sang Y F, Zhang E H, Yang A P, et al. Important factors in affecting embryoid formation of isolated microspore culture on brassica [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2007, 16(2): 125-129. (in Chinese)

[11] 杨安平, 张恩慧, 郑爱泉, 等. 秋水仙碱对甘蓝游离小孢子胚胎发生及发育的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2010, 38(8): 131-137.
Yang A P, Zhang E H, Zheng A Q, et al. Effects of colchicines on embryogenesis and development of isolated microspore in *Brassica oleracea* var. *capitata* [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2010, 38(8): 131-137. (in Chinese)

[12] 缪体云, 刘玉梅, 方智远, 等. 一个结球甘蓝 DH 群体主要农艺性状的遗传效应分析 [J]. 园艺学报, 2008, 35(1): 59-64.
Miao T Y, Liu Y M, Fang Z Y, et al. Genetic analysis of the main agronomic traits of DH population in *Brassica oleracea* var. *capitata* [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2008, 35(1): 59-64. (in Chinese)

[13] 杨丽梅, 方智远, 刘玉梅, 等. 利用小孢子培养选育甘蓝自交系 [J]. 中国蔬菜, 2003(6): 31-32.
Yang L M, Fang Z Y, Liu Y M, et al. Applications of microspore culture technology in inbred line of cabbage [J]. China Vegetables, 2003(6): 31-32. (in Chinese)

[14] 方淑桂, 陈文辉, 曾小玲, 等. 结球甘蓝游离小孢子培养及植株再生 [J]. 园艺学报, 2006, 33(1): 158-160.
Fang S G, Chen W H, Zeng X L, et al. Isolated microspore culture and plantlet regeneration in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2006, 33(1): 158-160. (in Chinese)

(上接第 154 页)

[28] 魏国良, 崔保山, 董世魁, 等. 水电开发对河流生态系统服务功能的影响: 以澜沧江漫湾水电工程为例 [J]. 环境科学学报, 2008, 28(2): 235-242.
Wei G L, Cui B S, Dong S K. Impact of hydropower development on river ecosystem service: A case study from the Manwan Hydropower Project [J]. Acta Scientiae Circum Stantiae, 2008, 28(2): 235-242. (in Chinese)

[29] 卞锦宇, 耿雷华, 方 瑞. 河流健康评价体系研究 [J]. 中国农村水利水电, 2010(9): 39-42.
Bian J Y, Geng L H, Fang R. Research on the evaluation system of river health [J]. China Rural Water and Hydropower, 2010(9): 39-42. (in Chinese)

[30] 耿雷华, 刘 恒, 钟华平, 等. 河流健康的评价指标和评价标准 [J]. 水利学报, 2006, 37(3): 253-258.
Geng L H, Liu H, Zhong H P, et al. Indicators and criteria for evaluation of healthy rivers [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 37(3): 253-258. (in Chinese)

[31] 熊 文, 黄思平, 杨 轩. 河流生态系统健康评价关键指标研究 [J]. 人民长江, 2010, 41(12): 7-12.
Xiong W, Huang S P, Yang X. Research on key evaluation indexes of healthy river ecological system [J]. Yangtze River, 2010, 41(12): 7-12. (in Chinese)

[32] 西藏自治区水产局. 西藏鱼类及其资源 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 10-15.
Bureau of Tibet Autonomous Region Fisheries. Fish and their resources in Tibet [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 10-15. (in Chinese)

[33] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏河流与湖泊 [M]. 北京: 科学出版社, 1984: 85.
Institute of Tibetan Plateau Comprehensive Scientific Expedition. Rivers and lakes in Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1984: 85. (in Chinese)

[34] 毛春梅, 张文锦. 固城湖富营养化评价及防治对策 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(28): 9005-9006.
Mao C M, Zhang W J. Assessment and control countermeasures of the eutrophication of Gucheng Lake [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2007, 35(28): 9005-9006. (in Chinese)

[35] 赵同谦, 欧阳志云, 王效科, 等. 中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价 [J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 443-452.
Zhao T Q, Ouyang Z Y, Wang X K, et al. Ecosystem services and their valuation of terrestrial surface water system in China [J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(4): 443-452. (in Chinese)

[36] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997(387): 253-260.