

生殖生长对川泽泻源库关系的影响

陈 琪, 陈兴福*, 杨文钰, 张 玉, 王 琦, 赵一帆

四川农业大学农学院 农业部西南作物生理生态与耕作重点实验室, 四川 成都 611130

摘 要: **目的** 研究生殖生长对川泽泻源库关系及其特征指标的影响, 为其高产优质栽培和育种提供参考。**方法** 比较留蔓和去蔓植株各部位干物质、叶和块茎非结构性碳水化合物及含氮化合物量等生理指标的积累过程。**结果** 生殖生长的保留有利于川泽泻生殖库的积累, 不利于叶源和营养库的增长, 能够显著增加植株总库容, 提高植株总生物量; 去除生殖生长能够增加叶生长后期和块茎产量形成期的 C/N 值, 提高叶和块茎的产量。**结论** 川泽泻栽培过程中应采取人工措施及时调整植株 C/N 值, 以提高块茎产量; 品种选育过程中, 应选择叶片数适量且生长后期叶片 C/N 值高、块茎含氮量高的品系。

关键词: 川泽泻; 生殖生长; 去蔓; C/N 值; 源库关系

中图分类号: R282.21

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2013)12-1654-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.12.026

Effect of reproductive growth on source-sink relationship of *Alisma plantago-aquatica*

CHEN Qi, CHEN Xing-fu, YANG Wen-yu, ZHANG Yu, WANG Qi, ZHAO Yi-fan

Key Laboratory of Crop Ecophysiology and Farming System in Southwest, Ministry of Agriculture, Agronomy College, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China

Abstract: **Objective** The effects of the reproductive growth on the source-sink relationship and source-sink characteristic indexes of *Alisma plantago-aquatica* were studied in order to provide a potential reference for the cultural techniques of high yield and quality and breeding. **Methods** The dry weight in each part and the content of non-structure carbohydrates and nitrogen compounds in the leaves and tubers from the wiping off bolting and bolting plant were tested; The accumulative process of physiological indexes was compared. **Results** Reproductive growth could benefit the accumulation of reproductive sink, go against the increase of source of leaves and vegetative sink, and obviously increase the plant total storage capacity and the total biomass. Wiping off the reproductive growth could increase the C/N ratio in the leaves at the later stages of plant growth and the tubers during the yield formative period, and promote the production of the leaves and tubers. **Conclusion** During the process of cultivation, it is supposed to promptly adjust the plant C/N ratio by artificial measures for increasing the tuber production. The strains with suitable amounts and high C/N ratio in the leaves and high nitrogen content in the tubers at the later stages of the plant growth should be chosen for breeding.

Key words: *Alisma plantago-aquatica* Linn.; reproductive growth; wiping off bolting; C/N ratio; source-sink relationship

川泽泻为泽泻科植物泽泻 *Alisma plantago-aquatica* Linn. 的干燥块茎, 为著名川产道地药材之一, 主产于川西平原的彭山、都江堰、崇州及丘陵区的乐山五通桥等地, 是目前中药泽泻的主要品系, 且疗效佳产量大^[1]。其人工栽培历史悠久, 栽培技术也有较大的发展, 但栽培过程中抽蔓开花现象始终存在。研究表明, 去蔓^[2]、摘除花和果实^[3-5]等栽

培措施能够减少根茎类药用植物在生殖生长中的消耗, 提高其根茎产量, 但就这些栽培措施对药用植物产量形成及作用机制的研究甚少。作物产量形成的实质是源库互作的过程^[6], 研究源库关系的改变过程对明确作物器官源库系统的组成特性和指导作物高产优质栽培及品种选育具有重要指导意义。本研究就川泽泻留蔓和去蔓对植株叶、块茎的初级代

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项“西南丘陵避旱减灾多熟农作制模式及配套技术研究示范”(201103001)

作者简介: 陈 琪, 湖北黄冈人, 在读硕士研究生, 主要从事川产道地及特色药材生理生态与栽培研究。E-mail: enchy1988@163.com

*通信作者 陈兴福 Tel: (028)86290970 E-mail: chenxf64@sohu.com

谢产物及各部位干物质的积累分配过程的影响进行研究,揭示川泽泻生殖生长过程中源库关系和特征的变化及其对产量形成的影响,为川泽泻高产优质栽培和育种提供参考。

1 材料

试验于 2011 年 8 月~12 月在道地产区四川省眉山市彭山县谢家镇红石村进行,供试材料为当地栽培品种,经四川农业大学陈兴福教授鉴定为泽泻 *Alisma plantago-aquatica* Linn.。

2 方法

2.1 试验设计

采用单因素随机区组设计,设置 2 个处理,分别为去薹和留薹,各 3 次重复。育苗移栽,移栽时间为 8 月 18 日,种植密度(行株距)为 30 cm×30 cm,每穴 1 株,小区面积 4.8 m×9.3 m。移栽后 30 d 去除少量过早抽生的花薹,之后按处理操作,每 3~5 d 处理 1 次,从基部摘除花薹。除不施用生长调节剂外其他按产地大田常规管理进行。移栽后第 35 天开始取样,每 15 d 取 1 次,各小区“S”型随机取 10 株,直至收获。

2.2 植株生物量积累的测定

采集样品清洗晾干后,分拆根、块茎、叶、花薹/花序,置烘箱 105 ℃杀青 15 min,45 ℃烘干至恒质量,测量各部位干质量。

2.3 分析测定方法

将各小区叶和块茎样品烘干,粉碎,过筛,分别制样备用。可溶性糖和蔗糖量分别采用蒽酮比色法和间苯二酚比色法测定^[7];淀粉量采用蒽酮硫酸法测定^[8];全氮量采用 Hanon K9840 自动凯氏定氮仪测定;可溶性蛋白量采用考马斯亮蓝 G-250 法^[9]测定。各测定重复 3 次。

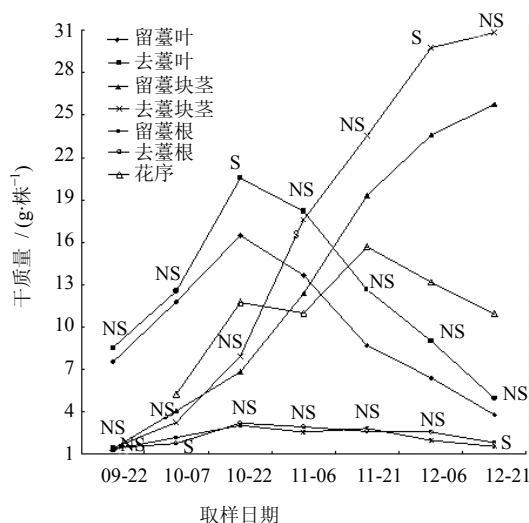
2.4 数据分析

采用 Excel 和 SPSS 17.0 分析软件进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 生殖生长对源库干物质积累的影响

由图 1 可知,留薹和去薹植株干物质的积累趋势一致,均呈单峰曲线模型。植株叶干质量前期快速增长,两处理均在 10 月 22 日达峰值,分别为 16.51、20.53 g/株,其后随植株衰老枯萎逐渐下降。去薹后叶干质量的前期增长速度增大,且各时期均较留薹高,采收时高出后者 30.9%。两处理块茎的干物质积累均呈逐渐增长趋势,留薹植株块茎干质量在 10 月 7 日略高于去薹,其后随花序的生长逐渐



NS 和 S 分别表示在某一时期留薹和去薹两处理之间某个指标值不存在显著差异和存在 $P < 0.05$ 水平的显著差异,下同
NS expresses some parameter values had no significant difference between bolting and wiping off bolting treatment at corresponding period and S expresses significant difference ($P < 0.05$), same as below

图 1 植株各部位干物质积累量的变化

Fig. 1 Variation of dry matter accumulation in each part of plant

低于后者,采收时去薹高出留薹 19.7%。两处理根的干物质积累趋势相似,均呈“缓增-缓降”趋势,均在 10 月 22 日达最大,分别为 3.01、3.17 g/株,且留薹植株根干质量前期明显高于去薹,后期逐渐低于去薹植株,采收时去薹高出留薹 17.6%。留薹植株花序干质量前期逐渐增大,整个花期变化平稳,随后在 11 月 21 日达最大值 15.69 g/株,其后随果实的成熟枯萎逐渐下降。

进一步计算并比较两处理植株地上(叶、花序)地下(块茎、须根)部位及全株干物质积累量的变化,留薹植株各时期地上部位和全株的干物质质量均明显高于去薹,地下部位干物质质量则低于后者。采收时去薹地下部位干质量较留薹高出 19.6%,而留薹地上部位干质量较去薹高出 197.0%,且全株干质量高出后者 11.7%。

3.2 生殖生长对叶源 C、N 代谢特征的影响

3.2.1 非结构性碳水化合物量的变化 非结构性碳水化合物(主要包括葡萄糖、果糖、蔗糖、淀粉等)是参与植株生命代谢的重要物质,其中蔗糖是植物体内碳水化合物运输的主要形式,淀粉是主要的能量贮存物质,而可溶性糖量的高低直接决定源端对库端的供应能力和库端对同化物的转化、利用能力^[10-11]。叶片作为植物光合作用的主要器官,其

碳水化合物变化直接关系到植株各部位的生长。由图2可知,留蔓植株叶可溶性糖前期变化较平稳,其后随块茎的膨大和果实的生长逐渐上升,叶源向块茎和花序库端的供应能力逐渐增强;蔗糖量变化呈双峰曲线模型,分别在10月22日和12月6日达到最大,且后者显著高于前者;淀粉量呈“下降-上升-下降”趋势,抽蔓后逐渐下降至10月22日最低,其后随开花量的减少缓慢上升,11月21日达峰值后又逐渐下降,说明植株在抽蔓开花和果实成熟时叶片淀粉合成减少,糖类向块茎和花序转运。去蔓植株叶可溶性糖量变化趋势与留蔓较一致,各时期量均高于后者,11月至12月上旬差异明显,采收时高出后者1.0%;蔗糖量变化趋势同留蔓一致,各时期差异不显著,采收时比后者低27.8%;叶片淀粉量变化与留蔓差异较大,前期变化平稳,11月6日后呈上升趋势,至11月21日后逐渐下降,各时期均高于后者,采收时比后者高22.0%。

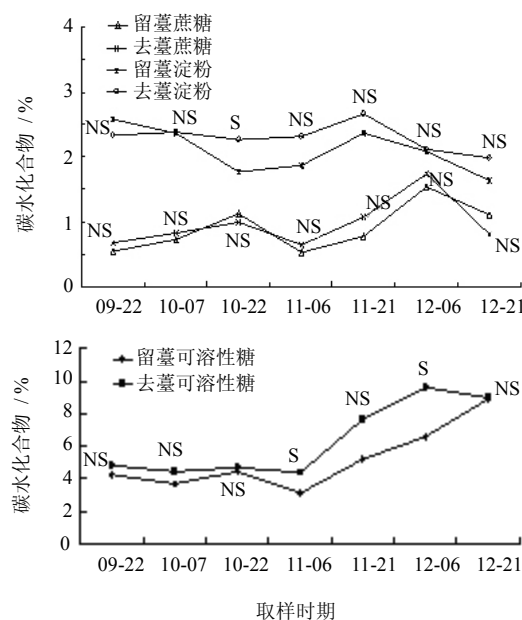


图2 叶非结构性碳水化合物量的变化

Fig. 2 Variation of non-structure carbohydrates content in leaves

3.2.2 含氮化合物量的变化 含氮化合物是植物氮代谢的重要产物,其代谢过程与碳代谢一起作为植物体内最基本的代谢途径,在很大程度上共同决定植物的经济产量^[12]。川泽泻整个生长过程中,叶片全氮量较高,维持在2.8%~3.8%(图3)。全氮量既可反映植株的氮素高低,也可反映植株粗蛋白量的变化。可见川泽泻叶片粗蛋白量较高,占叶干质

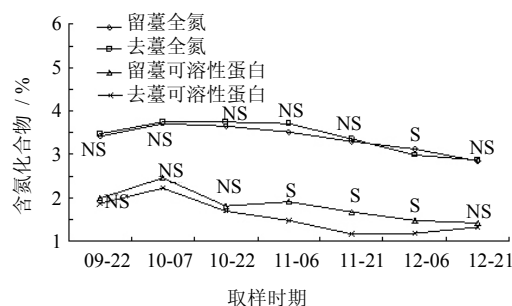


图3 叶含氮化合物量的变化

Fig. 3 Variation of nitrogen compounds content in leaves

量的20.6%左右(粗蛋白转化系数取6.25),其氮代谢旺盛。留蔓植株叶全氮量呈“缓增-缓降”趋势,前期随营养生长向生殖生长的转变升高,于10月7日达最高,其后缓慢下降,整体变化幅度小于碳代谢;叶可溶性蛋白量变化趋势同全氮一致;前期由于植株抽蔓现蕾而大量合成,为花器官形态形成提供物质基础,后期随营养物质向块茎和花序的转移逐渐下降。去蔓对叶全氮的积累趋势影响不大,各时期量除12月6日外均略高于留蔓,采收时高出后者0.6%;去蔓植株叶片可溶性蛋白量积累趋势在12月份之前同留蔓植株一致,12月份叶片可溶性蛋白量发生转变呈缓慢上升趋势,但各时期量均低于留蔓,11月至12月上旬差异显著,采收时低于后者6.4%。

3.2.3 C/N 值的变化 植物碳氮代谢的变化直接影响着光合产物的形成、转化及矿质营养的吸收、蛋白质的合成等,C/N值的大小受源库关系的制约,可作为营养诊断的指标反映出碳、氮在各自库源的相对丰缺程度及其对作物生长发育的影响,且二者的平衡决定着植物体生殖生长与营养生长的关系^[12-13]。川泽泻植株在11月中旬前由于氮肥的大量施用,叶片中氮素快速积累,而可溶性糖和淀粉的积累较缓慢,使得叶片前期C/N值逐渐下降;后期由于叶片大量衰老枯萎,叶可溶性糖大量积累的同时含氮化合物量下降,使得叶片C/N值逐渐上升(图4)。去蔓和留蔓植株叶片C/N值的变化趋势较一致,但去蔓植株各时期均高于留蔓,特别是在11月6日至12月6日,平均高出后者34.7%。

$$C/N \text{ 值} = (\text{可溶性糖量} + \text{淀粉量}) / \text{全氮量}$$

3.3 生殖生长对块茎库C、N代谢特征的影响

3.3.1 非结构性碳水化合物量的变化 川泽泻留蔓

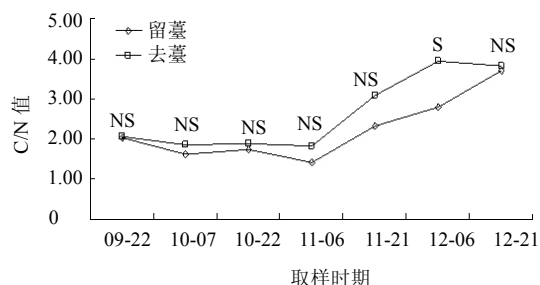


图4 叶 C/N 值的变化

Fig. 4 Variation of C/N ratio in leaves

和去蔓植株块茎可溶性糖量和蔗糖量变化趋势极为相似(图5),且两者各时期均较接近,因此推断块茎可溶性糖主要由非还原性糖(蔗糖)组成。留蔓植株块茎可溶性糖及蔗糖量前期变化剧烈,随抽蔓的发生急剧下降至极低水平,可溶性糖大量向花蔓转移为花器官形成提供能量,随后快速回升至高水平,11月6日时下降至次低级水平,11月21日有所升高,其后变化较平稳;淀粉量变化趋势与可溶性糖(蔗糖)正好相反,但整体剧烈程度不及后两者,说明块茎可溶性糖与淀粉间的转化活跃。去蔓植株块茎可溶性糖及蔗糖变化趋势与留蔓植株较一致,且各时期蔗糖量均低于留蔓,采收期时可溶性糖量高出后者5.1%,而蔗糖量低于后者6.3%;淀粉量前期同留蔓植株变化趋势一致,后期差异较大,

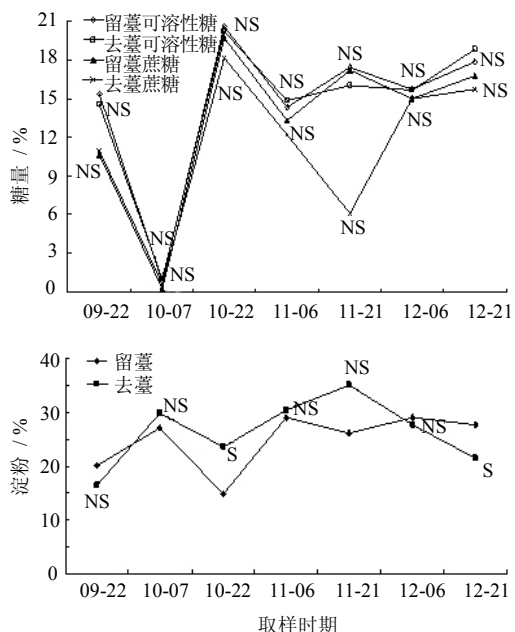


图5 块茎非结构性碳水化合物量的变化

Fig. 5 Variation of non-structure carbohydrates content in tubers

11月其量持续增加,至11月21日达最高水平,12月份逐渐下降;12月前均高于留蔓,12月逐渐低于后者,采收时低于后者22.5%。

3.3.2 含氮化合物量的变化 川泽泻留蔓植株块茎全氮和可溶性蛋白量总体均呈逐渐增长趋势(图6)。去蔓植株块茎全氮的积累趋势与留蔓一致,且各时期量均低于后者,采收时低于后者11.8%,这与叶片全氮量正好相反;可溶性蛋白量的积累趋势与留蔓植株较一致,10月22日出现短暂下降,可能与叶片快速增长有关,11月中旬之前量高于留蔓,之后均低于后者,采收时显著低于后者9.2%。两处理植株可溶性蛋白量在10月22日至12月6日增长速度明显高于其他时期,此时叶片可溶性蛋白大量向块茎转移,叶可溶性糖供应能力不断增长(图2),为块茎生物量的积累提供营养基础,同时块茎干质量也表现为急剧增长(图1)。由此推测10月22日至12月6日是块茎产量形成的关键时期。

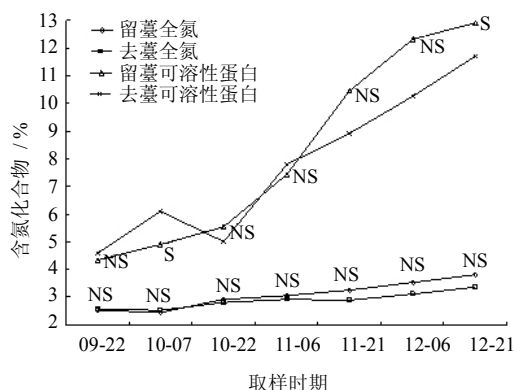


图6 块茎含氮化合物量的变化

Fig. 6 Variation of nitrogen compounds content in tubers

3.3.3 C/N 值的变化 川泽泻留蔓植株块茎 C/N 值随植株抽蔓现蕾而下降,其后逐渐上升至11月6日达最大值14.41,之后随果实发育逐渐下降(图7)。去蔓植株 C/N 值变化趋势与留蔓植株相似,但最大值(18.34)出现在11月21日。去蔓植株块茎 C/N 值各时期均高于留蔓,尤其是在块茎产量形成关键期,平均高于后者21.81%。

3.4 植株源库关系及其与叶、块茎 C、N 代谢特征指标的关系

植株源库产量间及其与叶、块茎 C、N 代谢特征指标的相关性分析(表1)表明,川泽泻无论去蔓与否,其叶产量与根干质量、叶全氮量呈显著正

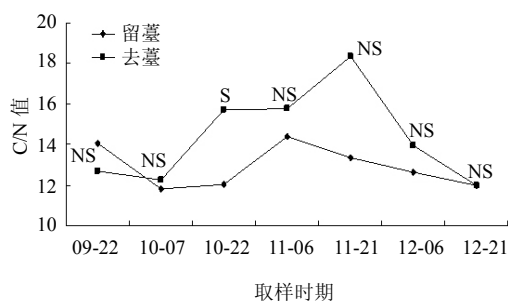


图7 块茎 C/N 值的变化

Fig. 7 Variation of C/N ratio

表1 植株源库产量间及其与叶、块茎 C、N 代谢特征指标的相关性分析

Table 1 Analysis on source and sink yields and correlation with metabolism characteristic indexes of carbon in leaves and tubers

指标	处理	叶干质量	块茎干质量	根干质量	块茎可溶性糖量	块茎蔗糖量	块茎淀粉量	叶可溶性糖量	叶蔗糖量	叶淀粉量	块茎全氮量	块茎可溶性蛋白量	叶全氮量	叶可溶性蛋白量	叶 C/N 值	块茎 C/N 值
块茎干质量	留藹	-0.552**														
	去藹	-0.345														
根干质量	留藹	0.656**	-0.023													
	去藹	0.760**	0.233													
块茎可溶性糖量	留藹	-0.083	0.375	0.146												
	去藹	0.054	0.461*	0.372												
块茎蔗糖量	留藹	-0.002	0.498*	0.287	0.951**											
	去藹	0.123	0.316	0.418	0.794**											
块茎淀粉量	留藹	-0.397	0.412	-0.148	-0.245	-0.230										
	去藹	0.210	0.243	0.281	-0.242	-0.481*										
叶可溶性糖量	留藹	-0.613**	0.665**	-0.384	0.274	0.318	0.061									
	去藹	-0.472*	0.778**	-0.018	0.323	0.182	0.138									
叶蔗糖量	留藹	-0.236	0.491*	-0.017	0.220	0.303	-0.122	0.662**								
	去藹	-0.117	0.415	0.103	0.145	0.054	0.119	0.655**								
叶淀粉量	留藹	-0.094	-0.431	-0.124	-0.376	-0.445*	0.243	-0.387	-0.455*							
	去藹	0.273	-0.131	0.219	-0.120	-0.076	-0.101	-0.270	-0.298							
块茎全氮量	留藹	-0.438*	0.896**	-0.037	0.489*	0.621**	0.129	0.561**	0.468*	-0.593**						
	去藹	-0.278	0.638**	0.112	0.429	0.431	-0.211	0.300	0.183	-0.140						
块茎可溶性蛋白量	留藹	-0.620**	0.975**	-0.125	0.362	0.481*	0.426	0.645**	0.468*	-0.364	0.911**					
	去藹	-0.496*	0.868**	0.019	0.262	0.204	0.112	0.574**	0.274	-0.190	0.819**					
叶全氮量	留藹	0.824**	-0.830**	0.462*	-0.437*	-0.439*	-0.303	-0.792**	-0.422	0.307	-0.789**	-0.857**				
	去藹	0.715**	-0.776**	0.178	-0.363	-0.283	0.100	-0.834**	-0.415	0.271	-0.454*	-0.731**				
叶可溶性蛋白量	留藹	0.427	-0.729**	0.076	-0.661**	-0.729**	0.170	-0.715**	-0.557**	0.532*	-0.789**	-0.728**	0.732**			
	去藹	0.098	-0.674**	-0.302	-0.515*	-0.292	-0.124	-0.720**	-0.519*	0.146	-0.403	-0.486*	0.541*			
叶 C/N 值	留藹	-0.727**	0.705**	-0.457*	0.273	0.298	0.174	0.979**	0.581**	-0.283	0.583**	0.700**	-0.871**	-0.684**		
	去藹	-0.544*	0.825**	-0.037	0.336	0.223	0.069	0.980**	0.579**	-0.178	0.359	0.646**	-0.903**	-0.675**		
块茎 C/N 值	留藹	-0.070	-0.075	-0.004	0.169	0.032	0.635**	-0.208	-0.357	0.419	-0.312	-0.076	0.023	0.303	-0.117	
	去藹	0.318	0.172	0.383	0.202	-0.133	0.776**	0.196	0.075	-0.085	-0.434*	-0.171	0.060	-0.222	0.118	
花序干质量	留藹	-0.219	0.585*	0.290	0.717**	0.719**	0.002	0.209	0.228	-0.089	0.525*	0.523*	-0.393	-0.586*	0.230	0.158

*表示显著水平为 0.05 **表示显著水平为 0.01

*means correlation is significant at 0.05 level **means correlation is significant at 0.01 level

相关, 与叶可溶性糖量、块茎可溶性蛋白量以及叶 C/N 值呈显著负相关; 块茎产量与叶可溶性糖量、块茎全氮和可溶性蛋白量以及叶 C/N 值呈显著正相关, 与叶全氮及可溶性蛋白量呈显著负相关; 花序产量与块茎干质量、可溶性糖、蔗糖、全氮及可溶性蛋白量呈显著正相关, 与叶可溶性蛋白量呈显著负相关。块茎可溶性糖量与其蔗糖量呈极显著正相关, 相关系数均大于 0.79, 证实了蔗糖是块茎可溶性糖的主要组分, 且两者均与叶可溶性蛋白量呈显著负相关; 同时块茎可溶性糖量与其可溶性蛋白量

呈显著正相关,与叶片全氮量呈显著负相关。叶可溶性糖量与其蔗糖量呈显著正相关,且两者均与叶可溶性蛋白量呈显著负相关。块茎全氮量与其可溶性蛋白量呈极显著正相关,相关系数均大于 0.81,说明块茎中可溶性蛋白是其氮素的主要存在形式;且二者均与叶全氮及可溶性蛋白量呈显著负相关。叶全氮量与其可溶性蛋白量呈显著正相关。可见,叶氮代谢的强弱对叶碳代谢和块茎碳氮代谢产物的积累影响极其明显,叶氮素的积累越多,后两者的量越低,但淀粉的积累除外,其影响不明显。叶 C/N 值与叶可溶性糖及蔗糖、块茎全氮及可溶性蛋白量均呈极显著正相关,与叶全氮及可溶性蛋白量呈极显著负相关;块茎 C/N 值与块茎淀粉量呈显著正相关,与其他指标无明显相关性。因此,叶源的碳氮代谢的协同或丰缺程度可以通过叶片可溶性糖量或块茎的全氮量来判断,而块茎库的碳氮代谢的协同或丰缺程度可由块茎淀粉量进行判断。

生殖生长的保留使得植株块茎全氮量与块茎可溶性糖(蔗糖)、叶片可溶性糖及蔗糖量呈显著正相关,与叶淀粉量呈极显著负相关;叶全氮量与块茎可溶性糖(蔗糖)量呈显著负相关;叶可溶性蛋白量与叶淀粉量呈显著正相关。而这些在去茎植株上均表现不显著。可见,生殖生长的保留能够促进叶片可溶性糖向块茎的转移,减少叶淀粉的合成,增加块茎可溶性糖和粗蛋白的积累,同时减少叶粗蛋白和可溶性蛋白的积累,增强叶糖类物质与块茎碳氮代谢产物的关系以及叶自身碳氮代谢产物之间的联系。

4 讨论

叶和块茎是川泽泻“源”和“库”的主体,生殖生长的发生使得植株出现新的库。源库比的改变,打破了原有源库平衡,叶源和块茎库光合产物和含氮化合物的分配也有所改变。上述研究表明,生殖生长的保留有利于川泽泻生殖库(花序)的积累,不利于叶源和营养库(块茎)的增长,但能够显著增加植株总库容,增强源器官同化产物的利用,提高植株总生物量。植株生物量的积累和分配过程表明,保留生殖生长在抽茎现蕾期能够促进其块茎和根干质量的生长,但随着开花结果主库中心的转移其促进作用逐渐消失,最终表现为促进植株地上花序的生长、减少地下部位的积累,即增加生殖库而抑制营养库增长。去除生殖生长对整个生育期内叶、块茎和根干物质积累的趋势影响不大,但能较大幅

度地增加植株叶、块茎和根的生物量的积累,特别是根的干质量;能够促进营养物质向块茎和根运输储藏,提高其产量,这与藏木香^[2]、白首乌^[5]、宽叶羌活^[14]、防风^[15]等根茎类药用植株的类似,但总体减少了全株总干物质的积累。通过去茎来降低库源比能够增加植株叶量,表现出“减库-增源”的作用,并能增加植株块茎库的库容,但却相对的减少了植株总库容。可见,去茎后植株总生物量的增长受限于库容的大小,而限制川泽泻经济产量增长的“源库类型”及源库互作效应还有待更深入的研究。

叶源和块茎库 C、N 代谢产物的积累过程表明,生殖生长的发生明显促进了叶源可溶性蛋白量的积累,为植株生殖器官的形成和分化提供物质基础;与去茎相比,保留生殖生长能减少叶源淀粉的合成,增强蔗糖的对外转运能力,及时向块茎、花序库器官运送可溶性糖等营养物质;同时能够加速植株衰老,促进叶源生长后期氮素向块茎库的转移,增加块茎粗蛋白和可溶性蛋白的量,并显著提高块茎后期淀粉量的积累量。去除生殖生长能够促进植株分蘖,增加植株总叶片数和须根量,从而增加对土壤氮素的吸收,延长叶片高氮水平的蓄积时间,使植株在 10、11 两月保持更旺盛的生长;并在较大程度上提高叶源光合产物-可溶性糖和淀粉的积累,增强叶源向块茎库的供应能力,明显提高生长后期叶源的 C/N 值;同时能够降低块茎库中蔗糖的量,显著提高块茎在 11 月下旬至 12 月初淀粉的合成储藏,增加块茎生长中后期可溶性糖量的积累,从而明显提高块茎在产量形成关键期的 C/N 值,促进块茎产量的形成并达到增产的目的。去茎植株生长后期块茎淀粉量下降明显,其导致原因和块茎库源特性是否改变有待进一步研究。

川泽泻源库关系的分析表明,叶源的大小与根源的大小、生殖库的大小与营养库的大小均呈极显著正相关,保留生殖生长的植株营养库与叶源呈显著负相关而去除后相关性不显著。结合叶源和块茎库 C、N 代谢特征指标的相关性分析发现,叶的生长主要受氮素的影响,植株须根越发达,对氮素的吸收和向叶片的转运量越多,叶片生长越旺盛;叶片氮代谢旺盛,光合产物输出率下降,可溶性糖的积累增多,有利于块茎物质的积累,这是因为高量的可溶性糖意味着叶源端对块茎库端的强供应能力;而过多的可溶性蛋白积累有利于叶片干质量的增加而不利于块茎和花序干物质的增加;过多的可

溶性糖积累会造成光合产物对光合器官的反馈抑制,抑制叶源的生长。可见,叶片高 C/N 值有利于块茎干物质的积累而不利叶片自身干质量的增加。块茎产量的形成与叶源碳水化合物供应能力(即可溶性糖量)和自身含氮化合物的积累直接相关,两者起着正向促进作用。因而,栽培过程中前期应该多施用氮素降低叶片 C/N 值,促进叶源的快速扩增,块茎产量形成期及之后应逐渐减少施氮量并采取去蔓等人工措施,提高叶片 C/N 值,促进块茎库的增长。品种选育过程中,应优先考虑叶片数适量且生长后期叶片 C/N 值高、块茎含氮量高的品系。川泽泻花序的生长与块茎碳氮营养物质量及其总干质量直接相关,块茎质量越大、可溶性糖(蔗糖)和含氮化合物量越高越有利于花序的生长,因而在种子培育时对种茎的选择应选择个头大而重、味甜(可溶性糖量高)的块茎。

参考文献

- [1] 王书林,李应军.川产泽泻规范化种植(SOP)研究[J].中草药,2002,33(4):350-353.
- [2] 何淑玲,包富贵,常毓巍,等.去蔓对藏木香产量和品质的影响[J].林业实用技术,2011(3):39-41.
- [3] 李淑如,潘永存,黄竹英,等.采摘花蕾对丹参产量和质量的影响研究[J].现代中药研究与实践,2009,22(6):10-12.
- [4] 朱飞,冯继承.开花结果对桔梗产量和总皂苷含量影响的对比研究[J].黑龙江医药,2007,20(5):421-422.
- [5] 曾勇,蔡传涛,刘贵周,等.不同栽培措施对两种天麻物候期及蒴果的影响[J].中草药,2011,42(10):2097-2103.
- [6] 荣湘民,刘强,朱红梅.水稻的源库关系及碳、氮代谢的研究进展[J].中国水稻科学,1998,12(增刊):63-69.
- [7] 张志良,瞿伟菁,李小方.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [8] 张治安,陈展宇.植物生理学实验技术[M].长春:吉林大学出版社,2008.
- [9] 熊庆娥.植物生理学实验教程[M].成都:四川科技出版社,2003.
- [10] 潘庆民,韩兴国,白永飞,等.植物非结构性贮藏碳水化合物的生理生态学研究进展[J].植物学通报,2002,19(1):30-38.
- [11] 王文静,高松洁,梁月丽,等.不同穗型小麦品种灌浆期碳氮代谢特点及其与源库的关系[J].华北农学报,2003,18(2):29-32.
- [12] 李潮海,刘奎,连艳鲜.玉米碳氮代谢研究进展[J].河南农业大学学报,2000,34(4):318-323.
- [13] 王小红,周祖基.水竹开花期间碳氮代谢特性[J].林业科学,2008,44(4):35-40.
- [14] 尹红芳,晋小军.控制抽蔓对宽叶羌活产量和品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2009,44(3):77-80.
- [15] 孙晖,孙小兰,孟祥才,等.防风抽蔓对药材质量和产量的影响[J].世界科学技术—中医药现代化,2008,10(2):101-104.