

水稻少耕撒播试验及其生理生态特性的分析研究

陈友荣 侯任昭 关日强 上官永斌 刘萃杰

(农业生物系)

提 要

连续三年六造的试验表明,在只耙不犁的少耕田撒播水稻比在按传统方法又犁又耙的全耕田撒播水稻产量较高,增产率为5.1~14.7%。而在少耕田或全耕田撒播稻的产量又比插植稻高,增产率为4.96~15.3%,并从一些生理生态特性分析了产量较高的原因。通过试验还明确了控制播种量是防止或减少撒播稻倒伏并获得较高产量的重要措施,以及掌握了除草剂去草胺,杀草丹和二甲四氯在撒播田的施用技术。而调查研究表明,用少耕撒播法生产水稻比用传统耕作法生产水稻提高了劳动生产率和具有较好的经济效益。

前 言

一些工业发达的国家,在农业生产中正在大力推行少耕法(minimum tillage)和免耕法(no-tillage)。采用这二种耕作法的农田面积正日益扩大之中。这二种耕作法是随着现代化农业的发展而兴起的耕作新方法,已有30多年的发展史。在欧美和澳大利亚成功应用这二种耕作法的作物有玉米、大豆、棉花、小麦、烟草、高粱、饲料作物和某些蔬菜^{[9][11][4]}在伊朗、日本、马来西亚、印度等国,在水稻田采用免耕法也取得了满意的成就^[3]。少耕法和免耕法免除了传统耕作法中的一些不合理的、非作物生长发育所必需的耕作工序,以求增加产量的同时减少因传统的翻耕整地而带来的土壤水蚀和风蚀、保护土壤结构和培肥地力,具有能节省农业生产中所需要的能源、农械、时间和劳动力等优点,从而提高农业生产的劳动生产率,以及有利于抢季节和不误农时^{[9][10][11]}。

我国从1973年开始试验和应用免耕法,当时新疆阿克苏地区农垦六团试验站,在盐碱大的水稻田进行了水稻免耕法观察试验,证明了在当地采用免耕法比翻耕法可大幅度地增加水稻的单位面积产量和显著地提高水稻生产的劳动生产率^[8]。随后辽宁省盐碱地利用研究所和江苏省练湖农场,为减少盐碱土对水稻的危害,也进行了各有特点的水稻少耕与免耕试验,并当地推广了试验获得的成果^{[4][1]}。云南省农科院的张宗渠等,

• 参加本试验者还有南海县里水区李森发、李绍威、马加伦、邓巨添。本文蒙徐祥浩教授审阅,谨此致谢。

则结合当地的耕作特点进行了有特色的水稻免耕试验, 获得了良好的结果^[5]。除水稻外, 一些单位还结合地区特点进行了旱作的少耕与免耕试验, 同样获得了肯定的结果^{[2][10]}。

在国外实行少耕法和免耕法都有专门的耕作机具^{[10][11]}, 而为了结合目前我国南方水稻生产的情况, 应用少耕法和免耕法的一些原理, 探索提高水稻生产的劳动生产率, 增加产量和降低成本的途径。我们从1981年早造开始, 利用目前在广东省各地农村已普遍采用的耕作机具, 在南海县里水区进行了连续三年六造的水稻少耕撒播与全耕撒播的对比试验, 以及与它相关联的水稻撒播与插植对比试验; 水稻撒播不同播种量对比试验和除草剂防除撒播田杂草对比试验, 同时在大面积推广试验成果的地区进行了经济效益的调查与分析研究。

我们采用的少耕撒播法, 取消了犁田, 只用手扶拖拉机牵引的旋耕器耙2~3次, 在筑畦耢平后分畦定量用手撒播谷种, 用除草剂除草并免去中耕。而全耕撒播法除上述工序外, 还按传统方法进行了犁翻。试验结果证明, 少耕撒播法比全耕撒播法, 不仅产量较高, 而且显示了前面谈到的少耕法与免耕法的一些优越性。因而使试验成果能不胫而走地在南海县以及珠江三角洲的许多地方被大面积推广, 并在1983年11月通过了技术鉴定, 获得同行专家的一致认可。

材 材 与 方 法

(一) 少耕撒播与全耕撒播对比试验

在相邻的地力相似的四块田进行这种对比试验。对少耕撒播稻(以下称少耕稻)与全耕撒播稻(以下称全耕稻)进行一些生理生态特性的分析研究, 以阐明少耕稻比全耕稻产量较高的原因。

(二) 撒播与插植对比试验

在地力相似的相邻田块, 以及在修筑有将撒播处理与插植处理分隔开的临时田基的同一块田中进行此项试验。根据撒播稻与插植稻的不同要求, 采取不同的水肥管理措施。对稻株进行一些生理特性的分析研究, 以了解撒播稻比插植稻产量较高的原因。

(三) 撒播稻不同播种量对比试验

以广二104, 铁秋矮、双桂等常规品种作为试验材料, 以亩播种量3斤, 5斤, 7斤, 9斤, 13斤进行小区对比试验, 以确定适宜的播种量。对各处理的水稻进行一些形态和生理特性的分析研究, 以阐明适宜的播种量能防止或减少水稻倒伏以及产量较高的原因。

杂优种的适宜播种量, 则是通过对大田中不同播种量的杂优种进行大量观察对比分析研究后确定的。

(四) 除草剂防除撒播田杂草试验

用去草胺(butachlor), 杀草丹(benthiocarb), 禾大壮(Ordram)和二甲四氯(MCPA)等除草剂在少耕撒播田或全耕撒播田进行不同施用剂量, 施用时期和施用方法的小区试验。从小区试验中筛选出对水稻安全, 除草效果好, 成本低的组合, 用以

大田试验, 并将获得的结果在大面积推广。

(五) 少耕撒播与全耕撒播经济效益的分析研究

在推广少耕撒播和全耕撒播面积较大的生产队进行此项分析研究。对少耕撒播和全耕撒播的每亩直接费用和间接费用, 以及直接用工和间接用工进行核算, 并与传统的耕作法的费用与用工进行对比, 从而确定少耕撒播或全耕撒播的经济效益。

结 果 与 讨 论

(一) 少耕撒播与全耕撒播

试验结果表明, 不论少耕一次, 或在同一块田里连续少耕多次, 也不论是早造或者晚造, 常规品种或者杂优种, 少耕撒播都比全耕撒播高产 (表 1)。

表 1 连续多造少耕撒播与全耕撒播产量对比

年 份	造 别	品 种	产 量 (斤干谷/亩)		少耕增产 (斤/亩)	少耕增产率 (%)
			少 耕	全 耕		
1981	早*	广二 104	846.6	738.0	108.6	14.7
	晚*	汕优 6 号	649.0	600.0	49.0	8.2
1982	早	汕优 3 号	840.0	769.0	71.0	9.2
	晚	汕优 2 号	808.1	767.9	40.2	5.2
1983	早	广二 104	903.1	836.0	67.2	8.0
	晚	汕优 6 号	816.0	776.0	40.0	5.2

*晚造受寒露风严重危害, 产量很低。

表 2 少耕稻与全耕稻经济性状对比

造 别	品 种	耕作法	亩有效穗数 (万)	每穗总 粒 数	每穗实 粒 数	每穗空 粒 数	结实率 (%)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
早 造	广二104	少 耕	18.684	110.9	107.7	3.2	97.2	24.40	846.6
		全 耕	17.184	113.4	98.4	15	86.8	21.74	738.0
晚 造	汕优 2 号	少 耕	21.8	83.0	73.5	9.5	88.6	27.13	808.1
		全 耕	20.8	81.1	69.1	11.8	85.2	26.76	767.9

原因是由于少耕稻与全耕稻相比, 在经济性状上表现出一定的优势, 亩有效穗数, 穗实粒数, 结实率和千粒重较高, 穗空粒数较少 (表 2)。对导致这种优势的原因, 经分析测定已了解如下:

1. 少耕田有利于水稻早生快发: 从连续六造茎蘖消长动态的调查结果表明, 在播种量相同的条件下, 少耕稻与全耕稻的基本苗数相似, 但少耕稻的最高苗数比全耕稻多, 出现最高苗数的时间比全耕稻早, 说明了少耕田有利于水稻植株产生分蘖和早生快

发。而最高苗数与有效穗数相关性的调查表明, 少耕稻分蘖的成穗率比全耕稻高, 无效分蘖率比全耕稻低。

2. 根系生长特点: 测定结果表明, 与全耕田相比, 少耕田更有利于水稻根系的生长, 表现在四个方面:

(1) 根的重量和容积较大: 在成熟期少耕稻根系的重量和容积比全耕稻显著较大(表3), 而在水稻分蘖初期则有较大的趋势(表4)。

(2) TTC (氯化三苯基四氮唑) 还原能力较强: 在分蘖期少耕稻根系的 TTC 还原能力相当于68.3ppm/株, 全耕稻相当于46.63ppm/株, 少耕稻比全耕稻高46.7%。说明在分蘖期少耕稻根系的生理活动能力比全耕稻强。

(3) 伤流量较多: 在抽穗后早造汕优3号少耕稻伤流量为321.1mg/小时·主穗, 全耕稻为274.3mg/小时·主穗, 少耕稻比全耕稻高17.4%, 晚造汕优2号少耕稻为265.6mg/小时·主穗, 全耕稻为202.2mg/小时·主穗, 少耕稻比全耕稻高31.3%。说明在抽穗后少耕稻根系的生理活动能力也比全耕稻强。

(4) 表层根较发达: 根据根系在土层中分布情况调查结果表明, 少耕稻与全耕稻的根系, 在0~20cm土层内的分布情况是不同的(表5)。

从表5可知, 在0~5cm以及5~10cm土层内的根系占0~20cm土层内根系总干重的百分率, 少耕稻比全耕稻大, 相反在10~15cm以及15~20cm土层内则全耕稻比少耕稻大。说明少耕稻的表层根较发达, 使其能更好地吸收较肥沃的表层土壤的养分。

对少耕田有利于水稻根系生长的原因, 我们也进行了研究, 已获得如下结果:

①少耕田还原物质的总量比全耕田少: 用重铬酸钾法测定的结果, 连续少耕三造的少耕田土壤还原物质的总量为2.86毫克当量/100克土, 而全耕田为4.22毫克当量/100克土,

表3 成熟期少耕稻与全耕稻根系对比*

耕作方法	干 重 (克/科)		干根容积 (毫升/科)	
	数克	比较值	毫升数	比较值
少耕(连续五造)	2.11	126.3	6.35	154.1
全 耕	1.67	100	4.12	100

*早造品种广二104

1983年

表5 根系在土层内垂直分布情况*

根干重(%) 耕作方法	深度(cm)			
	0~5	5~10	10~15	15~20
少 耕	68.73	20.87	8.82	1.87
全 耕	59.7	18.67	13.31	8.37

*占0—20cm土层内根总干重%

表4 分蘖初期少耕稻与全耕稻根系对比*

1983年

耕 作 方 法	鲜重(克/株)		干重(克/株)		鲜根容积(毫升/株)	
	克 数	比较值	克 数	比较值	毫升数	比较值
少耕(连续五造)	3.28	103.8	0.335	111.6	3.63	117.1
全 耕	3.16	100	0.300	100	3.10	100

*早造品种广二104

少耕田还原物质总量只相当于全耕田的67.8%，②少耕田的土壤物理形状比全耕田更有利于根系的生长。根据土壤颗粒分析表明，我们用以连续少耕试验的田块，其土壤属于粘粉质轻粘土和粘粉质重壤土。而对连续少耕六造试验田的15厘米耕作层进行土壤物理分析的结果，少耕田土壤的容重，浸水容重比全耕田低，总孔隙度，毛细管孔隙度和非毛细管孔隙度比全耕田高（表6）。说明连续少耕后，导致少耕田耕作层土壤较疏松以及根系穿透的物理环境较好而有利于其生长。

3. 地上部分的特点：少耕稻与全耕稻相比，地上部有二个特点：

（1）生长量较大：从播种后35天的汕优6号地上部生长情况的调查测定结果（表7），揭示了少耕田与全耕田与相比不仅如上述更有利于根系的生长，而且也更有利于地上部的生长。

从表7可看出，除主茎倒一叶的面积外，其它的调查项目，都表现出少耕稻优于全

表6 少耕田与全耕田土壤物理形状分析结果*

结果 项目	田块	重 复 I		重 复 II	
		少 耕	全 耕	少 耕	全 耕
容重 (克/厘米 ³)		0.83	0.98	0.86	0.97
浸水容重 (克/厘米 ³)		0.63	0.67	0.60	0.69
总孔隙度 (%)		64.20	56.20	65.20	58.50
毛细管孔隙度 (%)		60.30	54.70	59.50	55.40
非毛细管孔隙度 (%)		3.90	1.50	5.70	3.10
质 地		粘粉质轻粘土	粘粉质轻粘土	粘粉质轻粘土	粘粉质重壤土

*容重用环刀法，质地用比重计法测定；以上各项是在下雨后一天田间含水量较多的情况下测定的。

表7 少耕稻、全耕稻地上部生长状况调查结果* 1982年早造

调查项目	耕作方法	
	连续少耕三造	全 耕
主茎高度 (cm)	41.45	37.43
每科株数	8.30	5.40
主茎 (连叶鞘) 宽 (cm)	0.74	0.60
主茎倒一叶面积 (cm ²)	14.08	16.88
主茎地上部鲜重 (克/株)	7.26	6.11
主茎地上部干重 (克/株)	1.02	0.86
主茎地上部烘干率 (%)	16.50	14.00

*以上数据为50科的平均值

耕稻，说明了少耕稻地上部的生长量大于全耕稻。

(2) 青枝腊稿及熟色较好：在成熟期，少耕稻与全耕稻相比，青枝腊稿及熟色有较好的趋势。其原因在于少耕稻的功能叶具有较高的叶绿素含量和含N量，导致了在成熟后期少耕稻与全耕稻相比功能叶的活性较强，这可从收获前十五天少耕稻剑叶的光合作用速率比全耕稻高得到证明(表8)。

4. 少耕田的土壤肥力：水稻田连续少耕后，土壤肥力的变化情况，特别是肥力会不会减退，这是必须了解清楚的问题。对连续少耕二造、四造和五造的试验田测定土壤养分的结果列于表9。从此表中可以看出，连续少耕二造、四造和五造的少耕田与全耕田相比，土壤有机质和肥料三要素的含量有的升高，有的降低，并无明显肥力发生很大变化和衰退的趋势。

表8 成熟期剑叶的叶绿素含量、含N量与光合速率

耕作法	叶绿素含量		含N量		光合速率	
	鲜重 (mg/g)	比较值	占干重 (%)	比较值	mg干物质/dm ² /小时	比较值
少耕	2.35	130.6	2.07	105.7	9.34	122
全耕	1.80	100	1.94	100	7.64	100
测定方法	分光光度法(用国产751G型分光光度计)		微量开氏法		改良半叶法	

表9 连续少耕后土壤养分分析结果

项目		有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效磷 Pmg/100g土	速效钾 Kmg/100g土
试验前的稻田		2.99	0.145	0.083	1.92	0.41	7.06
少耕	少耕	2.85	0.132	0.105	1.88	0.79	5.71
二造	全耕	2.86	0.142	0.096	1.92	0.61	5.40
少耕	少耕	2.89	0.156	0.100	1.84	1.40	5.10
四造	全耕	2.67	0.161	0.094	1.89	0.75	4.70
少耕	少耕	3.14	0.164	0.097	1.84	1.44	4.55
五造	全耕	3.04	0.165	0.098	1.90	1.10	4.10
测定方法		丘林法	开氏法	高氯酸—硫酸溶钼锑抗法	Na ₂ CO ₃ 半融法	硫酸氢钠法	醋酸铵法

(二) 撒播与插植

试验结果表明，不论是少耕田或是全耕田，也不论是常规品种或是杂优品种，撒播稻都比插植稻高产(表10)。其原因也来自经济性状的优势，表现在撒播稻的穗实粒数，结实率以及千粒重比插植稻高，亩有效穗数通常比插植稻多。对导致撒播稻经济性状优于插植稻的原因，已进行了下列两项测定。

1. 叶面积系数: 在齐穗期测定叶面积系数的结果如右表。

说明了在抽穗后撒播稻比插植稻在单位土地面积内有较大的绿叶面积, 从而有利于水稻群体的光能利用, 为获得较高的产量创造了条件。

品 种	种 植 形 式	叶面积系数
汕优2号	撒 播	5.60
	插 植	3.46
汕优6号	撒 播	5.11
	插 植	4.02

2. 生长后期的特点: 在抽穗后, 撒播稻与插植稻相比, 也具有青枝腊稿和熟色较好的特点, 它与此时期撒播稻的伤流量, 剑叶叶绿素含量, 含N量和光合速率比插植稻高有关。测定结果如下表:

类 别	伤 流 量 (mg/主穗·小时)	含 N 量 (干重%)	叶绿素含量 (mg/克鲜重)	光 合 速 率 (mg干物质/dm ² 小时)
撒 播 稻	169.1	2.28	2.14	9.66
插 植 稻	150.4	2.08	1.68	7.04

表10 撒 播 与 插 植 产 量 对 比

品 种	耕作方法	种植方法	产 量 (斤/亩)	撒 播 增 产 (斤/亩)	撒播增产率 (%)
汕优6号	少 耕	撒 播	1060.3	140.5	15.3
		插 植	919.8		
汕优3号	全 耕	撒 播	853.0	94.0	12.4
		插 植	759.0		
双 桂	少 耕	撒 播	893.6	110.9	14.2
		插 植	782.7		
双 桂	全 耕	撒 播	895.5	42.3	4.96
		插 植	853.2		

(三) 播种量与防止或减少撒播稻倒伏的关系

容易倒伏是造成过去撒播稻难于大面积推广的原因之一。经反复五造的不同播种量试验以及大面积的应用表明, 过高的播种量是造成撒播稻易倒伏的主要因素。而现已明确当常规品种的亩播种量控制在4~5斤, 杂优种的亩播种量控制在2~2.5斤时, 就能防止或减少倒伏并获得较高的产量, 主要原因是: 这种播种量能导致茎秆基部较粗壮, 茎壁较厚而提高抗倒的能力。

(四) 化学除草

不论是少耕撒播或是全耕撒播都有利于杂草生长, 而且难于人工除草, 因而实行化学除草, 是水稻撒播能否成功的关键措施之一。我们的试验结果以及试验结果在大面积

推广应用的实践表明,下列低剂量化学除草技术是可行的。

1. 播种前施药:每亩用60%去草胺乳油剂40~50毫升,溶于水中后,均匀地喷施到已整平的畦面上。用背负式喷雾器喷施时,兑水量为40~50公斤/亩,而用广东省农村普遍采用的喷枪(水唧筒)喷施时兑水量必须在75公斤/亩以上。施药后可立即播种,早造温度低需播已催芽的谷种,晚造温度高,需播经用清水或黄泥水处理除去不饱满谷粒后未经催芽的谷种。施药时畦面必须平滑、湿润,且无积水,同时应预测施药后24小时内必须无雨,这样播下去的谷种就不会被含有去草胺的水所淹没而避免药害的发生。

2. 秧针期施药:在水稻一叶一针期,按上述兑水量喷施60%去草胺乳油剂40~50毫升/亩或50%杀草丹乳油剂100~150毫升/亩。施药前一天必须排掉畦面的水层,施药时要求畦面无积水,也必须预测施药后24小时内无雨。施药后三天可灌回田水并按正常管理。

3. 幼苗期施药:早造在水稻2~2.5叶龄,晚造在2.5~3叶龄,用60%去草胺乳油剂75~100毫升/亩或50%杀草丹乳油剂200~300毫升/亩,先与3公斤左右的泥粉混合成毒土,再与尿素或硫酸铵5~10公斤混匀后用手撒施。撒施时田里必须有相当于植株高度1/3~1/2的浅水层,施后保留浅水层5~7天。

4. 有效分蘖末期施药:去草胺和杀草丹的主要灭除对象是稗草(*Echinochloa crusgalli*),牛毛毡(*Eleocharis acicularis*),异型莎草(*Cyperus difformis*),碎米莎草(*Cyperus iria*)等杂草。如果经播种前或秧针期以及水稻幼苗期施药后,田里仍有许多鸭舌草(*Monochoria vaginalis*),瓜皮草(*Sagittaria pyramae*),野慈菇(*S. trifolia*),长瓣慈菇(*S. aginashi*),节节菜(*Rotala indica*)等杂草时,则应在水稻分叶末期,每亩用56%二钾四氯钠盐35~40克兑水40~50公斤喷施,或50~75克配成毒土撒施,施药时田里要有贴泥水,施药后2天灌入约4~5厘米的水层,以便减少田里的空气而加速杂草的死亡。

(五)经济效益

用少耕撒播法生产水稻,免去了用传统耕作法生产水稻通常不可缺少的犁田、育秧、拔秧、插秧、中耕除草等作业工序,增加了传统耕作法所没有的在大田整平撒播苗床,以及在大田播种和施除草剂等工序,但后者与前者相比,所需劳动力和劳动时间较少,所需劳动强度较轻。据初步调查统计,少耕撒播法与传统耕作法相比在正常情况下每亩每造可省人工四至六个,增产稻谷50~100斤,节省种子(常规品种)10~15斤,在早造还能省掉以本田计算每亩7元的尼龙薄膜育秧费,以及消除了因天气不良而烂秧导致的损失。当然少耕撒播法也有传统耕作法所没有且不能避免的开支,主要有0.6~1.5元/亩的除草剂费用,而且用手扶拖拉机牵引的旋耕器直接旋耕没有犁翻的少耕田比旋耕经犁翻后的全耕田,每亩要多消费约0.2市斤的动力油,同时旋耕少耕田的速度比全耕田略慢,旋耕器的磨损也较大,但这些损耗可被少耕撒播不用犁田而避免了牛力或拖拉机犁田的损耗所抵消。此外少耕撒播法比传统耕作法所需肥料略多,但它可被少耕撒播由于不用育秧而免去了秧地所需肥料,以及由于在秧迹地插植水稻必须多施肥料所抵消。权衡起来,少耕撒播提高了水稻生产的劳动生产率,减少了水稻生产所需的劳动力,增加了产量和降低了成本。所以综上所述用少耕撒播法生产水稻比用传统耕作法生产水稻经济效益是大的。

参 考 文 献

- [1] 吴世宗等, 稻麦免耕栽培的体会, 《江苏农业科学》, (4) 1980, 23—27。
- [2] 尚德友, 试论吉林省少耕法, 《吉林工业大学学报》, (2) 1981, 157—162。
- [3] 祝修恒, 国外免耕法综述, 《新疆农业科学》, (3) 1978, 43—45。
- [4] 朗业平等, 稻田少耕技术探讨, 《辽宁农业科学》, (5) 1979, 43—47。
- [5] 张宗渠等, 介绍一种新型耕作法——免耕畦土栽培法, 《云南农业科技》, (5) 1981, 39—42。
- [6] 孙百揆等, 寒地少耕法的研究效果初报, 《黑龙江农业科学》, (4) 1982, 20—23。
- [7] 陶鼎来, 英国和法国的免耕, 《农业科学实验》, (2) 1979, 2—3。
- [8] 新疆阿克苏地区农垦六团试验站, 水稻免耕获高产, 《农业机械》, (9) 1978, 21—22。
- [9] G. B. Triplett., D. M. Doren, 1977. Scientific American, 236 (1) 28—33。
- [10] R. Q. Cannell, 1981, Outlook on Agriculture 10(8) 25—29。
- [11] S. H. Phillips., H. M. Young, jr, 1973, No-tillage Farming 17—78, Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin.

THE EXPERIMENT OF MINIMUM TILLAGE AND SEED BROADCAST SOWING IN RICE PLANTING AND ITS PHYSIOLOGICAL AND ECOLOGICAL ANALYSIS

Chen Yourong Hou Renzhao Kuan Riqiang
Shangguan Yongbin Liu Tsuichieh
(Department of Agrobiolgy)

ABSTRACT

It has been proved that higher rice yield would be resulted in seed broadcast sowing in minimum tillage field than in conventional method tillage field. Through continuous experiment of six times in three years, the average yield of rice has increased 5.1—14.7%. Seed broadcast sowing always gives higher yield than seedling planting either in minimum tillage or in thorough tillage field, always with increased yield to 4.96—15.3%. Some of the yield increased reasons have been studied from the standpoint of the physiological and ecological factors. Control the amount of seeds used in broadcast sowing is a very important measure to save seeds and to prevent or reduce rice plant falling over, thus a comparatively higher yield might be obtained. The technique to use the different kinds of herbicides, such as butachlor, benthocarb and MCPA on seed broadcast sowing is also important. By adopting the minimum tillage and seed broadcast sowing method in rice field, one can heighten the labour productivity and so get a better economic benefit.