

# 基于 DEA 的中部平原农区粮食适度规模经营分析

——以河南小麦—玉米轮作为例

张心怡<sup>1</sup>, 孟俊杰<sup>2</sup>, 王静<sup>2</sup>, 孟瑶<sup>2</sup>

(1.谢菲尔德大学 数学与统计学院,英国 谢菲尔德 S10 2TN;

2.河南省农业科学院 农业经济与信息研究所,郑州 450002)

**摘要:**以河南小麦-玉米轮作种植为例,运用农户调查问卷和 DEA 模型,对中部平原农区粮食生产适度规模进行测度,选取耕地、劳动、直接物资和间接分摊为 4 项投入指标和粮食总产量及生产净利润为 2 项产出指标,对不同农地规模农户的指标数据进行统计整理,测算综合效率、技术效率和规模效率,从而测度适度生产规模.同时,对不同规模分组的投入结构和产出特点进行分析,探索 DEA 有效分组特征及无效分组的原因.结果表明,不同种植规模农户投入结构有较大不同,普通种粮大户适度规模耕地面积在(3.67,4.67]  $\text{hm}^2$ ,对基础设施健全、农业机械等固定资产投入量大的少数大规模种粮大户来说,最佳适度规模为(66.67,100.00]  $\text{hm}^2$ .通过研究,提出了选择适宜种植规模、利用规模优势繁育良种或者种植优质专用品种、加强社会化服务等政策建议.

**关键词:**适度规模经营;小麦-玉米轮作;DEA 模型;农户调查;中部平原农区

**中图分类号:**F323.4

**文献标志码:**A

2010 年以来,我国农业机械化水平明显提高,农业现代化进程明显加快,农业劳动力外出务工数量明显增多,发展农业适度规模经营更加迫切.农业适度规模经营是新时代实现乡村振兴战略的必然选择,有利于促进农民增收、农业增效和国家粮食安全.近年来,党中央和国务院文件也多次部署要发展农业适度规模经营,如党的十九大报告和 2018 年中央 1 号文件都指出“发展多种形式适度规模经营,培育新型农业经营主体,健全农业社会化服务体系”.然而,如何测算农业尤其是粮食产业适度经营规模,如何提升规模经营者的效益水平,是值得深入研究和探索的问题.

近年来,一些学者从规模经营目标取向、适度规模测算、影响因素、发展对策等方面作了一定研究.文献[1-2]以单产为目标,分别应用 C-D 生产函数模型和超越对数(Translog)生产函数模型,对农业适度规模进行了测算,但忽视了农户追求的利润最大化目标.文献[3]以产量和利润双重目标,对适度经营规模及农户经营行为特征进行了分析,但实际在两种目标下得出的适度规模并不一致,如何确定最优适度规模仍缺乏依据.文献[4-5]采用中国农户数据和宏观数据分别对我国农业生产率增长进行了测算.文献[6]认为农户生产粮食的土地适度规模与各地资源禀赋等条件密切相关,应该在一个区间内.文献[7]认为我国一年两熟地区户均经营面积(3.33,4.00]  $\text{hm}^2$ ,一年一熟地区户均经营面积(6.67,8.00]  $\text{hm}^2$ ,较为符合国情,这些结论需要进一步的理论测算.文献[8]以黑龙江省玉米生产为例,利用数据包络分析方法(DEA)分析农机合作社生产效率及适度经营规模,并利用典型样本分析了 DEA 有效的合作社特征和无效的合作社的影响因素.文献[9]利用 DEA 模型分析了湖南省农户种植水稻的适度规模,文献[9-10]根据调研和分析,提出了促进农业适度规模经营的对策.

收稿日期:2018-11-05;修回日期:2019-10-13.

基金项目:国家社会科学基金(14BJY109);河南省软科学项目(172400410002;182400410004;182400410076).

作者简介:张心怡(1995-),女,河南郑州人,谢菲尔德大学硕士研究生,主要从事统计学相关方面研究.

通信作者:孟俊杰(1970-),男,河南许昌人,河南省农业科学院副研究员,主要从事农业技术经济研究,E-mail:18838085531@sina.com.

上述文献虽有不少借鉴意义,但也存在明显不足.现有文献多数运用产量单一目标进行测度,有的即使采用产量目标和效益指标,也是分步进行测度的,实际在两种目标下得出的结论并不一致,如何确定最优适度规模仍缺乏理论依据.另外,在一年两熟地区,作为规模经营主体来说,一个决策周期一般是一年,而不是单独按单季作物来核算的,而现有文献都是对单季作物进行测度的.河南省平原农区大多数属于粮食生产核心区,小麦和玉米是主要粮食作物,在河南省,冬季小麦种植面积在 90% 以上,秋季玉米种植面积在 55% 以上,并且小麦-玉米种植模式达到 50% 以上.因此,本部分利用河南省小麦-玉米种植模式的农户投入产出数据作为样本,用数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)的方法,通过规模不变报酬的 CCR、规模报酬可变的 BCC 模型来分析测度不同农地规模农户小麦-玉米生产的相对效率,进一步测算最优种植规模.

## 1 模型设定、变量选取和数据来源

### 1.1 模型设定

本研究选择数据包络分析(DEA)分析法.DEA 分析法是以相对效率概念为基础发展起来的一种效率评价方法<sup>[11]</sup>.基本思路是把每个评价单位作为一个决策单元(DMU),再把若干 DMU(Decision Making Units)构成被评价群体,通过对每个 DMU 投入和产出比率分析,确定有效生产前沿面,根据与有效生产前沿面的距离确定各 DMU 是否 DEA 有效.其数学模型是假设有  $n$  个决策单元,每个决策单元都有  $m$  种“输入”、 $s$  种“输出”,分别表示该单元耗费资源和“工作成效”,令  $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$ ,  $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj})^T$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , 则可以用  $(X_j, Y_j)$  表示第  $j$  个决策单元  $DMU_j$ .其中,  $X_{ij}$  为第  $j$  个 DMU 对第  $i$  种类型输入的投入量,  $Y_{rj}$  为第  $j$  个 DMU 对第  $r$  种类型输出的产出量.  $v_i$  表示为第  $i$  种投入要素指标的权系数,  $u_r$  表示为第  $r$  种产出产品指标的权系数,投入要素指标和产出要素指标的权系数向量分别为:  $V^t = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$ ,  $U^t = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T$ ; 于是考察第  $j$  个 DMU 的综合效率的模型为:

$$\begin{cases} \max h_{j_0} = \frac{u^T Y_{j_0}}{v^t X_{j_0}} = V_p, \\ \text{s.t. } h_j = \frac{u^T Y_{2j}}{v^t X_j} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n, \\ v \geq 0, u \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

该模型可以转化为以下评价模型:

$$\begin{cases} \min \theta, \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0, \end{cases} \quad (2)$$

(2)式中,  $\theta$  为综合效率值,  $S^+$ ,  $S^-$  是松弛变量,  $\lambda_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) 表示第  $j$  个决策单元的权值,表示相对于原始决策单元重新构造一个有效决策单元组合中第  $i$  个决策单元的组合比例.根据判定定理,当  $\theta_0 = 1, S^+ = 0, S^- = 0$  时,则该决策单元为 DEA 有效.当  $\theta_0 = 1, S^+ \neq 0$ , 或  $S^- \neq 0$  时,则该决策单元为 DEA 弱有效.当  $\theta_0 < 1$ , 则该决策单元无效.在 CCR 模型(规模报酬不变)的基础上加上一个限定条件,  $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$  便能够得到 BCC 模型(也即规模报酬可变前提下的模型),据此可以分析技术效率.将二者结合起来,根据公式综合效率 = 技术效率  $\times$  规模效率,可以推算规模效率.

在借鉴先前相关文献的基础上,本研究将农户耕地经营规模从小到大排列,将生产各项投入结构特征相近的农户归为一组,共分成 28 组,将每组农户作为一个决策单元(DMU),根据农户问卷调查数据计算各组农户(DMU)投入产出每项指标平均值,运用 DEA-SOLVER 软件 3.0 版本对 28 个 DMU 进行测算.其中运

用CCR模型测算得到各组农户的综合效率值,运用BCC模型测算可得到技术效率值,并进一步计算各组农户规模效率.如果综合效率和技术效率一致,则表明该组经营规模处于最佳规模状态;如果综合效率和技术效率不一致,则表明该组农户的规模效率没有达到最优.同时,对不同耕地规模分组的投入结构增减情况和产出情况进行分析,根据典型调研,分析DEA有效的决策单元的投入产出及经营行为的特征,以及DEA无效单元的具体原因.

### 1.2 变量选取

考察河南省平原农区小麦-玉米种植农户最优规模,可将粮农所追求货币经济效益最大化作为产出目标,也可将实现粮食实物产量最大化以利于国家粮食安全作为产出目标.本研究把这两个指标纳入同一DEA模型框架内进行分析.

选取的投入变量是:耕地面积( $\text{hm}^2$ )、劳动力用工数量(工作日数)、农业生产直接物资投入(元)、农业生产间接物资投入(元)(如固定资产、地租等的摊销).耕地面积包括农户流转的耕地和自家承包的耕地的面积.劳动力投入是指用于小麦-玉米生产的整个生产管理过程中的劳动投入量,包含家庭劳动力投入和雇工的劳动投入量.直接物资投入是指小麦-玉米生产中使用的种子、化肥、灌溉、农药以及机械租赁费等费用.间接分摊投入是指农户在生产过程中投入固定资产如拖拉机、播种机、运输工具投入分年度摊销费用,以及土地流转租金等费用.本研究中大型拖拉机按原值10年摊销,中小型耕作机械按原值6年摊销,其他如播种机、运输工具按3年摊销.同时间接分摊投入还包括大规模生产经营时的仓储费、土地流转租金、技术服务费等.根据DEA模型分析的原理,4项投入均指农户总投入而非单位耕地面积均值.

选取的产出变量是农户小麦-玉米生产所得净货币利润和粮食总产量.粮食生产的货币净利润(元)是指农户当年小麦、玉米生产经营所获得的经济净效益,数值等于毛收入减去各项成本后的净利润.粮食总产量是指农户经营耕地的小麦和玉米的年总产量.

### 1.3 数据来源

本研究数据来源于课题组农户问卷调查.2018年5月份,课题组对河南省的许昌县、长葛市、滑县等6个乡镇12个行政村农户进行了问卷调查和访谈.同时,还在县农业局等部门的带领下,对县域内有代表性的种粮大户进行专门问卷调查.调研主要内容包括农户家庭基本情况、物质要素的投入、土地耕种面积、粮食产出情况和经济效益、土地流转情况等,根据调研问卷整理农户各项投入产出指标数据.根据本研究目的,采取随机抽样和典型抽样相结合的抽样方法,有倾向、有目的地重点选择种粮大户,使样本尽可能涵盖不同规模的农户.共调查农户450户,其中有效问卷410份,有效率90%.小麦-玉米种植模式农户280份,占有效问卷的68.29%.

## 2 结果与分析

### 2.1 调查农户基本情况分析

小麦-玉米种植模式农户(280户)基本情况分布如下.家庭农业生产决策者(一般是户主)年龄在[40,60)岁之间的比例占66.44%, [18,40)岁之间的占26.42%.教育水平以初中和高中为主,占比67.69%,而高中以上的仅占20.71%.家庭人口以4人居多,占比45.71%.家庭人均纯收入以(6000,10000]元居多,占比47.41%,10000元以上的占比18.51%.

### 2.2 规模效率分析

不同规模分组的各项投入及产出情况如表1所示.利用DEA模型测度综合效率、技术效率和规模效率情况如表2所示.

从总体测度结果来看,综合效率达到1的有两个分组,分别是(3.67,4.67]  $\text{hm}^2$ 和(66.67,100.00]  $\text{hm}^2$ 分组.技术效率达到1的有13个,占到46.29%,其他分组的技术效率都在0.95以上,说明总体看来,各种投入的配置效率比较有效,有46.29%的决策单元在生产前沿面上.规模效率有效的有两个决策单元,分别是(3.67,4.67]  $\text{hm}^2$ 分组和(66.67,100.00]  $\text{hm}^2$ 分组,其他规模效率没有达到最佳规模,表明耕地规模水平是影响总体效率的主要原因.

表 1 农户投入产出指标数据  
Tab.1 Input and output index data of farmers

规模分组/hm <sup>2</sup>	平均耕地面积/hm <sup>2</sup>	劳动力/(人·d)	直接投入/元	间接投入/元	年净利润/元	总产量/kg
(0.00,0.17]	0.15	44.00	1 551	0	275	1 870
(0.17,0.33]	0.28	68.04	2 944	0	2 470	4 095
(0.33,0.53]	0.48	107.28	4 644	0	5 242	7 085
(0.53,0.80]	0.71	148.40	6 686	4 000	4 575	10 536
(0.80,1.07]	0.87	174.20	8 304	5 000	5 409	12 740
(1.07,1.27]	1.23	244.72	11 644	6 000	8 935	18 032
(1.27,1.47]	1.40	270.90	12 743	7 500	11 866	21 210
(1.47,1.67]	1.60	297.60	14 141	9 000	8 719	24 480
(1.67,1.87]	1.79	324.28	14 933	10 400	10 807	27 336
(1.87,2.07]	1.96	352.80	17 241	12 008	13 293	30 429
(2.07,2.33]	2.23	394.12	19 450	14 034	13 824	34 803
(2.33,2.67]	2.51	428.64	21 770	16 161	15 818	38 916
(2.67,3.00]	2.85	475.08	24 643	18 795	18 665	44 298
(3.00,3.33]	3.16	511.92	26 184	21 122	21 471	48 585
(3.33,3.67]	3.55	522.34	29 166	26 542	36 160	54 792
(3.67,4.67]	4.23	576.94	34 692	32 154	44 915	65 302
(4.67,6.67]	5.31	701.36	43 612	45 716	42 018	77 309
(6.67,10.00]	9.63	1 184.90	69 505	99 403	70 761	138 865
(10.00,13.33]	12.03	1 425.95	86 821	142 593	80 054	176 890
(13.33,20.00]	18.03	2 082.08	124 654	215 861	119 705	262 288
(20.00,26.67]	24.39	2 743.50	165 707	295 516	151 784	348 607
(26.67,33.33]	29.39	3 173.76	200 564	361 604	179 037	412 148
(33.33,53.33]	45.37	4 764.20	301 506	589 959	273 722	629 555
(53.33,66.67]	64.56	6 730.38	419 317	872 932	431 987	924 822
(66.67,100.00]	91.25	9 718.48	474 289	1 239 240	785 900	1 341 424
(100.00,133.33]	116.45	12 402.28	608 760	1 972 054	372 815	1 603 562
(133.33,200.00]	162.13	17 632.00	852 416	2 939 950	257 644	2 213 120
(200.00,333.34]	266.67	2 9200.00	1 402 000	4 716 720	310 080	3 540 000

数据来源:根据小麦-玉米种植模式农户样本调查数据整理,( $x, y$ ]表示  $x <$  种植规模  $y$ 。

因此,第 1 个 DEA 规模效率有效区间是(3.67,4.67] hm<sup>2</sup>,综合效率、技术效率、规模效率都达到 1。这是中部平原农区普通的种粮大户的比较适当生产经营规模。其特征是,以家庭农业劳动力为主,拥有小型农业机械等固定资产投入,也有少量经营者购买了大型拖拉机和收割机,家庭劳动力的作用发挥比较充分,生产管理水平有所提升,平均生产资料投资比小农户减少 15%左右,单产比小农户高 10%左右。

第 2 个 DEA 规模效率有效区间是(66.67,100.00] hm<sup>2</sup>,综合效率、技术效率、规模效率也都达到 1,这是中部平原农区少数大规模种粮大户的适度种植规模。调研过程中发现,这类大规模农户的特征是,各种投资



尤其是固定资产投资较大,多数购买大型拖拉机、收割机等大型机械,部分还建有仓库、晒场等基础设施,农忙季节雇佣较多的临时用工.这类农户平均单产达到 980.04 kg,与一般的小农户相比差别不大,但这些大户多数与种子企业或加工企业签订订单,有的选种优质专用强筋和弱筋小麦并作为加工企业的原料,价格高于普通小麦 0.2~0.3 元,有的还能够通过在农忙季节为周边农户进行有偿服务而增加经济收入,如进行机械化作业等,因此测度结果规模效率是有效的.

大多数粮农没有规模效率无效.通过对农户实际情况进行调查,原因主要有两种情况.第一种情况是(这是大多数农户的情况),由于耕地规模相对偏小,单位耕地面积种子、化肥、农药等农业生产资料的投入量和购买价格上都高于规模经营者,甚至多出的田间小路也会占用一定用地,并且总利润也明显低于规模经营者,随着耕地规模的适度扩大规模效率逐渐得到提升.另一种情况的原因是,少数农户经营规模过大,规模效益明显下降.实际调研中发现,这些规模经营者由于缺乏劳动力,浇水、施肥、植保、除草等管理往往不及时,极易出现病虫害严重危害、杂草严重发生等现象,而购买的一些大型设备、仓储设施等投入也显得冗余,其作用也没有得到很好的发挥.访谈几个经营面积在(133.33, 333.33]  $\text{hm}^2$  的种粮大户,他们原来多数从事非农产业,对农业生产经营并不熟悉,有了一定资金积累而投资粮食生产,甚至承包了 1~2 个村的耕地,由于管理经验缺乏和劳力不足,单产和效益反而不如普通农户,并且个别年份由于发生病虫害等自然灾害,受到了较大经济损失.

表 2 综合效率、技术效率和规模效率结果

Tab.2 Comprehensive efficiency, technical efficiency and scale efficiency

耕地面积分组	综合效率	技术效率	规模效率	规模效率所处阶段	耕地面积分组	综合效率	技术效率	规模效率	规模效率所处阶段
(0.00,0.17]	0.863 8	1.000 0	0.863 8	上升	(3.33,3.67]	0.999 2	0.999 3	0.999 8	上升
(0.17,0.33]	0.890 9	1.000 0	0.890 9	上升	(3.67,4.67]	1.000 0	1.000 0	1.000 0	不变
(0.33,0.53]	0.923 6	1.000 0	0.923 6	上升	(4.67,6.67]	0.948 7	0.950 8	0.997 8	下降
(0.53,0.80]	0.939 6	0.974 1	0.964 5	上升	(6.67,10.00]	0.953 8	1.000 0	0.953 8	下降
(0.80,1.07]	0.945 0	0.955 4	0.989 0	上升	(10.00,13.33]	0.980 0	0.983 6	0.996 3	下降
(1.07,1.27]	0.953 9	0.956 2	0.997 5	上升	(13.33,20.00]	0.974 9	1.000 0	0.974 9	下降
(1.27,1.47]	0.984 6	0.986 3	0.998 4	上升	(20.00,26.67]	0.968 7	1.000 0	0.968 7	下降
(1.47,1.67]	0.984 8	0.985 0	0.999 8	上升	(26.67,33.33]	0.974 0	0.989 0	0.984 8	上升
(1.67,1.87]	0.999 8	1.000 0	0.999 8	不变	(33.33,53.33]	0.966 3	0.966 8	0.999 4	上升
(1.87,2.07]	0.996 8	0.996 9	0.999 9	下降	(53.33,66.67]	0.995 5	0.996 9	0.998 6	上升
(2.07,2.33]	0.999 9	1.000 0	0.999 9	上升	(66.67,100.00]	1.000 0	1.000 0	1.000 0	不变
(2.33,2.67]	0.995 7	0.997 3	0.998 4	下降	(100.00,133.33]	0.936 7	0.970 9	0.964 8	下降
(2.67,3.00]	0.997 0	1.000 0	0.997 0	下降	(133.33,200.00]	0.927 6	0.991 8	0.935 3	下降
(3.00,3.33]	0.999 7	1.000 0	0.999 7	上升	(200.00,333.34]	0.902 1	1.000 0	0.902 1	下降

### 3 结论和政策建议

通过研究可以得出如下结论:中部平原农区小麦-玉米不同种植规模农户投入产出结构有较大不同,总体上随着规模的增加,单位面积直接物资投入和劳动力投入减少,而机械、仓储设施等间接分摊投入等增加,但这种变化并非是线性的.因此,一般小规模经营农户适度规模经营水平与机械设备等投入齐全的大规模农户的适度规模经营水平存在较大差异,得出两个适度规模经营区间,这与其他学者的研究结论并不完全一致,但更符合中部平原农区生产实际.大多数普通种粮大户适度规模耕地面积在(3.67,4.67]  $\text{hm}^2$ ,对基础设施健全、农业机械等固定资产投资量大的少数大规模种粮大户来说,最佳适度规模为(66.67,100.00]  $\text{hm}^2$  之间.不少农户没有达到 DEA 有效,主要原因是农地规模过小造成单位直接物资投入和劳动力生产成本低、总利润低,规模效益不能很好地发挥,而农地规模经营过大也会造成劳动力缺乏、经营管理不善,病虫害等严重

发生。

因此,为促进中部平原农区粮食产业适度规模经营,一般种粮大户可参考选择(3.67,4.67] hm<sup>2</sup> 规模水平,少数固定资产投资量大的农户可选择(66.67,100.00] hm<sup>2</sup> 规模水平。当然不同地区、不同粮食作物和种植模式,农户适度规模水平也不相同甚至有较大差异。对一个地区来说,从宏观上考虑,适度规模经营应与当地农业劳动力状况、机械化水平、社会化服务、第二、三产业发展水平相一致,要兼顾效率、公平和社会稳定<sup>[12]</sup>。种粮大户在扩大种植规模的同时,要积极与种子或粮食加工企业对接,繁育良种或者种植优质专用品种,促进一、二、三产业融合发展,同时可利用自身具备的大型农业机械等为其他农户提供农机等有偿服务,提升规模经营的经济效益。政府部门要为规模经营者提供优化农机、技术、市场信息等社会化服务,加大对粮食规模经营者补贴和支持力度,优化农业生产政策性保险机制和服务,提高种粮大户的效益水平。

### 参 考 文 献

- [1] 罗丹,李文明,陈洁.粮食生产经营的适度规模:产出与效益二维视角[J].管理世界,2017(1):78-88.  
LUO D,LI W M,CHEN J.Moderate scale of grain production and management;output and benefit aspect[J].Management World,2017 (1):78-88.
- [2] 许庆,尹荣梁,章辉.规模经济、规模报酬与农业适度规模经营:基于我国粮食生产的实证研究[J].经济研究,2011,46(3):59-71.  
XU Q,YIN R L,ZHANG H.Scale economy,scale reward and agricultural moderate scale management;an empirical study on grain production in China[J].Economic Research Journal,2011,46(3):59-71.
- [3] 宋戈,邹朝晖,陈黎黎.基于双重目标的东北粮食主产区土地适度规模经营研究[J].中国土地科学,2016,30(8):38-46.  
SONG G,ZHOU C H,CHEN L L.Study on land moderate scale management in main grain producing areas in Northeast China based on dual objectives[J].China Land Sciences,2016,30(8):38-46.
- [4] FLEISHER B M,Liu Y.“Economies of scale,plot size,human capital,and productivity in Chinese agriculture”[J].Quarterly review of economics and finance,1992,32(3):112-123.
- [5] CARTER C A,CHEN J,CHU B.“Agricultural productivity growth in china:farm level versus aggregate measurement”[J].China economic review,2003,14(1):53-71.
- [6] 钱克明,彭廷军.我国农户粮食生产适度规模的经济学分析[J].农业经济问题,2014,35(3):4-7.  
QIAN K M,PENG T J.Economic Analysis of the Moderate Scale Farmers in Food Production[J].Issues in Agricultural Economy,2014, 35(3):4-7.
- [7] 张红宇,王乐君,李迎宾,等.关于深化农村土地制度改革需要关注的若干问题[J].中国党政干部论坛,2014(6):13-17.  
ZHANG H Y,WANG L J,LI Y B,et al.Some problems in deepening rural land system reform[J].Chinese Cadres Tribune,2014(6): 13-17.
- [8] 姜宇博,李爽.粮食主产区农机合作社生产效率与适度规模经营研究——以黑龙江省玉米生产为例[J].农业现代化研究,2016,37(5): 902-909.  
JIANG Y B,LI S.Study on the production efficiency and the moderate-scale management of agricultural machinery cooperatives in major grain producing areas:A case of corn production in Heilongjiang Province[J].Research of Agricultural Modernization,2016,37(5): 902-909.
- [9] 吴桢培.农业适度规模经营的理论与实证研究[D].北京:中国农业科学院,2011.  
WU Z P.Theoretical and empirical research on appropriate scale agricultural operation[D].Beijing;Chinese Academy of Agricultural Sciences dissertation,2011.
- [9] 乔鹏程,孟俊杰.河南省粮食主产区农业适度规模经营问题研究[J].河南社会科学,2015,23(12):101-103.  
QIAO P C,MENG J J.Study on appropriate agriculture management scale of main grain producing areas in Henan Province[J].Henan Social Sciences,2015,23(12):101-103.
- [10] 谢晓彤,朱嘉伟,周琳琳.河南省 1999—2014 年人粮关系时空变化分析[J].河南农业大学学报,2017,51(2):266-273.  
XIE X T,ZHU J W,ZHOU L L.Analysis of the temporal and spatial variation of man-grain relationship during 1999 to 2014 in Henan Province[J].Journal of Henan agricultural university,2017,51(2):266-273.
- [11] CHARNES A,COOPER W,LEWIN A Y,et al.Data Envelopment analysis:Theory,methodology,and applications[M].Dordrecht:Kluwer Academic Publisher,1994:50-99.
- [12] 孟俊杰.粮食生产规模经营适度测算[N].中国社会科学报,2016-04-13(4).  
MENG J J.Measurement of appropriate scale of grain production[N].newspaper of Chinese Social Science,2016-04-13(4).

## The cellular and molecular mechanism for planarians head regeneration

Kang Jing<sup>1,2</sup>, Chen Guangwen<sup>1</sup>

(1.College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China;

2.College of Life Science, Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** The planarian has a powerful regenerative capability, and is an organism that is able to regenerate a new individual from a tiny fragment of its own body, no matter that the minimum fragment size is as small as 1/279th of a planarian. The planarian species can regenerate a head de novo including a functional brain and central nervous system. Here, the latest advances of planarian head regenerative are reviewed. New findings indicate after decapitation, planarians build an organizing center-anterior pole from stem cells at the old midline that directs head patterning and outgrowth. A stem cell population (neoblasts) generates new cells and is comprised of pluripotent stem cells (cNeoblasts) and fate-specified cells. Their mechanism was also introduced in planarian regeneration.

**Keywords:** planarian; head regeneration; anterior pole; stem cell; cellular and molecular mechanism

[责任编辑 王凤产 杨浦]

(上接第 23 页)

## Study on moderate scale of grain management in agricultural area of central plain based on DEA model: A case of wheat-corn rotation in Henan province

Zhang Xinyi<sup>1</sup>, Meng Junjie<sup>2</sup>, Wang Jing<sup>2</sup>, Meng Yao<sup>2</sup>

(1.The university of Sheffield, The School of Mathematics and Statistics, Sheffield S10 2TN, UK;

2.Agricultural Economics and Information Research Institute, Henan Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Taking wheat-corn rotation in Henan as an example, farmers' questionnaire and DEA model were used to measure appropriate grain production scale of crop growing areas in Central China Plain. 4 input indexes including land, labor, direct materials, and indirect materials and 2 output indexes including total grain yield and net profit were chosen, and the index data of different land scale farmers were counted and collected. Comprehensive efficiency, technical efficiency and scale efficiency were measured so the appropriate scale of production were found out. Meanwhile, input structure and output characteristics of different scale groups were analyzed, and characteristics of DEA effective group and the reasons of invalid group were explored. The results showed that there were great differences among farmers' input structure in different planting scale, and that the best cultivated area of general grain producers was (3.67, 4.67] hm<sup>2</sup>, and the most suitable scale for large scale grain producers who had large investment in infrastructure and agricultural machinery was (66.67, 100.00] hm<sup>2</sup>. Through the research, some policy recommendations were put forward such as choosing suitable planting scale, utilizing scale advantage to breed better seeds and plant high-quality special varieties, and strengthening social services, and so on.

**Keywords:** moderate scale management; wheat-corn rotation; data envelopment analysis; surveying peasant household; agricultural area in central plain

[责任编辑 陈留院 赵晓华]