

沈方,郝瑞彬,尹力军,等. 河北省粮食生产结构变化及其水土资源效应[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):408-412.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.104

河北省粮食生产结构变化及其水土资源效应

沈方,郝瑞彬,尹力军,殷书柏

(唐山师范学院资源管理系,河北唐山 063000)

摘要:利用1990—2015年河北省粮食生产相关数据,在分析河北省粮食生产结构变化特征的基础上,系统测算了粮食种植结构变化对水土资源消耗的影响。结果表明,1990年以来,河北省粮食内部种植结构发生明显变化,相对高产的玉米种植比例不断增加,相对低产的大豆、薯类和杂粮种植比例持续下降。从全省来看,粮食种植结构变化较好地发挥了节地(播种面积)、节水的作用。分区域看,研究期除沧州市外,粮食种植结构调整在河北省下辖10个市均发挥了“节地节水”的作用。河北省内各市粮食种植结构调整空间差异较大,由此引致结构调整的水土资源效应也存在较大的空间差异。

关键词:粮食生产;结构调整;水土资源;效应;河北省

中图分类号:F326.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)24-0408-05

粮食安全问题一直是政府和学界关注的热点。对中国而言,粮食安全的核心就是有效供给问题。不断增强粮食生产能力是我国在资源短缺、开发过度、污染加重的资源环境硬约束下保障有效供给的必然选择。

有研究显示,耕地面积、复种指数、粮作比例、作物单产和粮食内部结构变化是粮食产量变动的5个直接决定因素。但通过梳理文献发现,农作物空间布局变化一直是学界关注的重要问题,但粮食作物内部种植结构变化及其资源环境效应则在一定程度上被“忽视”了,相关文献较少。而已有研究概括起来主要集中在以下2个方面:(1)粮食作物种植结构的时空演变及其驱动力研究。近年,一些学者在全国、区域或省域粮食作物种植结构的分布、变动趋势、影响因素等方面做了一些研究,其中粮食种植结构变动的影响因素是关注的重点。部分学者采用定性分析的方法进行研究,如王洋等认为种植结构变化是国家政策、科技进步、社会需求、经济效益、自然条件等综合作用的结果^[1];何艳芬等则认为,单产水平、稳产程度以及经济收益是决定区域粮食结构组成的主要因素^[2]。更多的学者则采用定量方法进行研究。如李奇峰等针对东北三省的研究^[3-4],霍灵光针对吉林省的研究都采用了比较优势指数法进行分析^[5],由于比较优势指数变化同粮食作物种植结构变化呈现相同的变化规律,因此认为比较优势是粮食作物种植结构变化的内在动力。也有学者从单因子角度对粮食作物种植格局变化进行研究。如云雅如等的研究显示,黑龙江省粮食作物种植格局的变化与气候变暖带来的积温增加及积温带北移东扩密切相关^[6]。总的来看,相关研究并不深入,不同学者对于哪些因素是决定粮食种植结构变

动的决定性因子并没有一致的意见。朱晶等认为,比较经济效益是结构变动的决定性因素^[7],但也只是定性分析,尚未有关于比较经济效益影响粮食种植结构变动机理的深入探讨。(2)粮食作物种植结构时空演变的资源环境效应。近几年,作物种植结构变动的粮食产量效应已经受到一些学者的关注。如朱晶等较早提出粮食内部结构变动对区域粮食产量变化的贡献,并做了相应的测算,结果显示,2004—2012年粮食内部种植结构调整对我国粮食增产的平均贡献率达到了26%^[7]。之后又有一些学者利用因素分解方法对特定区域做过相关测算^[8-10],测算结果对于正确认识特定区域粮食增产本质有重要意义;一方面,明确了粮食内部种植结构改变的产量意义;另一方面,加深了对区域粮食“单产”,实为加权平均单产本身的认识,由于近年粮食内部结构调整的产量效应均为促产效应,因此通常见到的加权平均单产的提高并非区域单位播种面积“真实”产出能力的增加,内部包含了由于粮食内部结构调整导致的产出增加。

同样,由于不同粮食作物间存在单产差异,在只考虑粮食总产量的情况下,播种结构不同获取单位粮食产量所需要的播种面积不同,因此粮食内部种植结构的变化必然对粮食生产的耕地(播种面积)消耗带来影响,李天祥等曾在全国和区域层面,就粮食内部种植结构调整对土地资源消耗的影响进行测算,但是省域层面的相关研究尚鲜有报道^[11]。

此外,由于不同粮食作物单位播种面积的耗水量(虚拟水)存在较大差异,因此对区域粮食作物之间的种植面积进行合理调整,将有望实现区域水资源的最优配置^[12]。基于此,部分学者专门对特定区域水资源与农业结构调整之间的关系进行了研究,如张洪嘉^[13]、邹君^[14]、蔡超等^[15]。但是相关研究都是将粮食种植结构调整问题置于整个农业结构调整的背景下进行研究,并未就粮食内部结构调整对水资源消耗的影响做专门分析。

河北省是全国13个粮食主产省份之一,粮食生产在全国占有重要地位。2015年粮食产量3363.81万t,占全国5.42%。因此,本研究尝试构建一个粮食生产结构变化的水

收稿日期:2017-07-26

基金项目:河北省社会科学基金(编号:HB17YJ102)。

作者简介:沈方(1970—),男,陕西西安人,副教授,主要从事区域农业发展研究。E-mail:53149161@qq.com。

通信作者:郝瑞彬,硕士,教授,主要从事区域农业发展、粮食安全研究。E-mail:510889987@qq.com。

土资源效应的测算方法,并以河北省为例进行实证研究。测算结果对于全面认识河北省粮食生产变化的本质、判断未来粮食增产前景有一定的现实意义;研究思路及测算方法可以为其他地区类似研究提供一定的参考借鉴。

1 河北省粮食产量及其播种结构变化

1.1 河北省粮食生产发展时序特征

1990—2015年,河北省粮食生产经历2次较快增长,1次明显回落,整体呈现快速增长态势,以粮食产量先后达到高、低位的1998年和2003年为界,可分为3个阶段:第1阶段(1990—1998年)为快速增长阶段。1990年以来,粮食市场化改革导致粮价逐渐放开,粮食播种面积稳定提高,刺激了粮食生产,与此同时粮食加权平均单产持续快速提高,至1994年粮食总产量突破2500万t;之后粮食生产继续保持强劲增长势头,总产量至1998年达到2917.50万t。这一时期玉米和小麦共同驱动了粮食快速增产,分别增产358.04万t和325.92万t,增产贡献率分别为55.90%和50.89%。第2阶段(1998—2003年)为明显滑坡阶段。河北省粮食总产量1998年达到2917.50万t,自1999年开始,河北省粮食5年连续减产,至2003年粮食产量只有2387.80万t,相对于1998年减少了18.16%。这一时期,由于粮食种植效益下降和农业产业结构调整共同作用,粮食播种面积大幅缩减,加权平均单产虽有小幅提高,但不足以冲抵播种面积减少带来的

粮食减产,结果所有粮食作物均出现不同程度减产,其中减产幅度最大的是小麦和玉米,减产贡献率分别为44.33%和21.45%。第3阶段(2003—2015年)为持续快速增长阶段。由于国家一系列“惠农优粮”政策的实施,极大地提高了农民种粮积极性。2003年之后,河北省粮食作物播种面积持续增加、单产继续提高,二者综合作用引致粮食总产量11年连续增长,至2011年突破3000万t,2015年达到3363.81万t。这一时期是新中国成立以来河北省粮食生产发展最好的一个时期,其间对粮食增产贡献最大的是玉米和小麦,贡献率分别为61.14%和42.64%。

从研究期整体(1990—2015年)看,河北省粮食增产总量1086.81万t,其中玉米增产841.16万t、增产贡献率77.40%,小麦增产507.30万t、增产贡献率46.68%,其他粮食作物均为减产状态,贡献率为负。

1.2 河北省粮食播种结构变化

从单产的角度看,研究期(1990—2015年)各粮食作物单产都有一定幅度的提高(表1)。表1数据显示,研究期各粮食作物单产提高幅度不同,其中小麦和玉米单产提高幅度最大,其次是大豆和薯类,杂粮和稻谷单产提高幅度相对较小;此外,各粮食作物单产的相对高低次序也发生了变化,由1990年的稻谷>玉米>小麦>薯类>杂粮>大豆,变为2015年的稻谷>小麦>玉米>薯类>杂粮>大豆。

表1 河北省各粮食作物单产变化及排序

年份	小麦		稻谷		玉米		大豆		薯类		杂粮	
	单产(kg/hm ²)	排序										
1990	3 698.37	3	6 200.50	1	4 063.11	2	1 325.90	6	3 195.76	4	1 827.36	5
1998	4 535.53	3	6 475.20	1	4 599.92	2	1 531.64	6	3 433.37	4	1 774.94	5
2003	4 646.04	2	5 436.51	1	4 313.73	3	1 654.90	5	3 222.84	4	1 468.51	6
2015	6 188.36	2	6 431.18	1	5 142.61	3	1 949.07	6	3 798.47	4	2 203.66	5

从播种面积变化的角度看,研究期(1990—2015年)河北省各粮食作物播种面积及其占比也发生了很大变化(表2)。小麦播种面积在1998年之前基本稳定,之后明显减少,但占比基本稳定;稻谷播种面积在1998年之前略有增加,之后快速减少,2015年稻谷占比仅为1.33%;玉米播种面积在1998年之前略有增加,至2003年又略有减少,之后快速增加,占比则持续提高,2015年已经达到50.81%;大豆播种面积在

1998年之前快速增加,之后又快速减少,至2015年播种面积仅有11.59万hm²,占比1.81%;薯类播种面积总体上持续下降,但由于总得粮食作物播种面积的减少,2003年占比相对1998年提高了0.60个百分点;杂粮播种面积和占比均持续下降。从各作物播种面积和占比来看,目前河北省粮食作物主体是玉米和小麦,其他作物均居次要地位。

表2 河北省各粮食作物播种面积及占比变化情况

作物	1990年		1998年		2003年		2015年	
	播种面积(万hm ²)	占比(%)						
粮食	682.78	100.00	730.57	100.00	600.34	100.00	639.25	100.00
小麦	250.84	36.74	276.40	37.83	219.29	36.53	231.89	36.28
稻谷	14.77	2.16	15.32	2.10	7.56	1.26	8.48	1.33
玉米	204.08	29.89	258.10	35.33	248.88	41.46	324.81	50.81
大豆	40.35	5.91	49.62	6.79	28.05	4.67	11.59	1.81
薯类	43.37	6.35	41.42	5.67	37.65	6.27	27.36	4.28
杂粮	129.37	18.95	89.71	12.28	58.91	9.81	35.13	5.49

河北省粮食内部种植结构变化呈现明显的相对高产的玉米种植比例增加,而相对低产的大豆、薯类和杂粮种植比例下降的趋势,即相对高产作物对低产作物的种植替代。由于粮食生产须要密集消耗水土资源,且不同粮食作物单位质量的

耗地程度不同、单位播种面积的耗水程度也有差异,粮食种植结构的变化及由此导致的各粮食作物播种面积的变化必然会对河北省粮食生产总的水土资源消耗带来影响。

那么,近期河北省粮食生产结构调整趋势如何?结构调

整对全省水土资源消耗的影响到底有多大?选取适当的方法,对此进行定量分析,无疑具有重要的理论和现实意义。

2 粮食生产结构变化的水土资源效应测算

2.1 测算方法

由于不同粮食作物之间存在单产差异,即获取单位粮食产量,所需要的播种面积不同。当相对高产粮食作物种植比例增加时,必然引致区域粮食加权平均单产提高,在只考虑粮食总产量的情况下,为获得一定粮食产量,所需的粮食播种面积将减少;反之亦然。

为测算结构调整对耕地资源消耗(播种面积变化)的影响,可以用无结构调整情形,即保持各粮食作物播种比例不变时,为获得相同产量需要的粮食播种面积,与实际已经发生结构调整情形下的粮食播种面积之间的差值来表示。如果二者的差值大于0,则表明结构调整相对“节省”了耕地资源(粮食播种面积);反之则表明结构调整“增加”了粮食生产的耕地资源消耗。具体测算方法如下^[11]。

区域粮食产量既可以表示为区域粮食作物播种面积与粮食加权平均单产的乘积,也可以表示为各粮食作物播种面积与其自身单产的乘积之和,因此有:

$$G = L \cdot P = \sum L_i \cdot P_i = \sum L \cdot \frac{L_i}{L} \cdot P_i = \sum L \cdot C_i \cdot P_i。$$

式中: G 为区域粮食总产量; L 为区域粮食作物播种总面积; P 为加权平均单产; L_i 为粮食作物 i 的播种面积; P_i 为粮食作物 i 的单产; C_i 为 i 作物播种面积占粮食作物播种总面积的比例。

由此,时期 t 区域粮食总产量可表示为

$$G_t = \sum L_{i,t} \cdot C_{i,t} \cdot P_{i,t} = L_t \cdot \sum C_{i,t} \cdot P_{i,t}。$$

而时期 $t+1$ 粮食总产量则为

$$G_{t+1} = L_{t+1} \cdot \sum C_{i,t+1} \cdot P_{i,t+1}。$$

假定 C_i 不变的情况下,也就是从时期 t 到 $t+1$ 各粮食作物播种比例不变时,为了获得相同的粮食产量 G_{t+1} 需要的总播种面积为 L''_{t+1} ,则有:

$$G_{t+1} = L''_{t+1} \cdot \sum C_{i,t} \cdot P_{i,t+1}。$$

由此可得各粮食作物播种比例 C_i 不变的情况下,时期 $t+1$ 的粮食作物播种面积为

$$L''_{t+1} = \frac{G_{t+1}}{\sum C_{i,t} \cdot P_{i,t+1}} = \frac{L_{t+1} \cdot \sum C_{i,t+1} \cdot P_{i,t+1}}{\sum C_{i,t} \cdot P_{i,t+1}}。$$

$L''_{t+1} - L_{t+1}$ 表示获得相同的粮食总产量(G_{t+1}),各粮食作物播种比例发生变化相对“节约”的粮食播种面积。

由于不同粮食作物之间除了存在单产差异之外,还存在

耗水差异。当相对高耗水粮食作物比例提高时,必然会引致粮食生产单位面积加权平均耗水量的增加,进而增加粮食生产过程中的水资源消耗;反之亦然。

根据测算思路,已知为获得相同的粮食产量(G_{t+1}),有结构调整和无结构调整情形下的粮食播种面积分别为 L_{t+1} 和 L''_{t+1} ,若已知粮食作物 i 单位播种面积的耗水量为 M_i ,则在已经发生和没有发生结构调整的情形下,第 $t+1$ 期粮食生产的水资源消耗总量(W_{t+1} 和 W''_{t+1})可分别表示为

$$W_{t+1} = \sum L_{t+1} \cdot C_{i,t+1} \cdot M_i;$$

$$W''_{t+1} = \sum L''_{t+1} C_{i,t} \cdot M_i。$$

$W''_{t+1} - W_{t+1}$ 即为在获得相同粮食产量的条件下,结构调整相对于无结构调整相对“节省”的水资源量,二者差值大于0表明结构调整减少了粮食生产中的水资源消耗,反之,则结构调整增加了粮食生产中的水资源消耗。

2.2 数据来源

研究中用到的河北省各粮食作物播种面积和产量数据均取自相应年份《河北经济年鉴》,根据河北省粮食统计数据特征,将粮食作物分为小麦、稻谷、玉米、大豆、薯类和杂粮共6类进行分析;不同粮食作物单位播种面积耗水量数据参考《中国农业需水与节水高效农业建设》^[16]。

2.3 结果与分析

2.3.1 结构调整对河北省粮食生产耕地资源消耗的影响

从全省看,1990年以来,粮食作物内部结构调整,即相对高产的玉米对低产大豆、薯类和杂粮的种植替代,一定程度上提高了河北省粮食加权平均单产,使得与无结构调整情形相比较,在获得相同产量时,结构调整较好地发挥了节地(播种面积)的作用(表3)。1990—2015年,粮食作物内部结构调整为河北省相对节约播种面积6.82万 hm^2 ;分阶段看,不管是在粮食快速增长的1990—1998年、2003—2015年,还是粮食生产相对下滑的1998—2003年,结构调整对河北省粮食加权平均单产都有一定的提升作用,整个研究期,年均节约播种面积为0.27万 hm^2 ,其中1990—1998年节地效应更高,年均达到0.38万 hm^2 。

从河北省下辖各市看,由于各市粮食种植结构调整在方式和程度上存在很大差别,致使结构调整对各市粮食加权平均单产提升效应各异,由此各市相对节地(播种面积)效应也存在较大差别(表4)。

从研究期河北省粮食生产变化的3个阶段看:1990—1998年,节地效应相对较高的是河北北部的张家口和承德,节地效应相对较低的是冀东的唐山和秦皇岛;1998—2003年,节地效应相对较高的是张家口、沧州和邢台,而唐山、石家

表3 河北省粮食内部种植结构变动的播种面积效应测算

时期	粮食产量 (万 t)	有结构调整情形		无结构调整情形		节约播种面积 (万 hm^2)
		加权平均单产(万 t)	播种面积(kg/hm^2)	加权平均单产(万 t)	播种面积(kg/hm^2)	
1998/1990	3 487.13	4 773.16	73.06	4 582.80	76.09	3.04
2003/1998	2 712.37	4 728.73	57.36	4 624.08	58.66	1.30
2015/2003	3 699.16	5 801.36	63.76	5 584.03	66.25	2.48

注:“时期”一栏中,“/”前后分别为报告期和基期,如1998/1990中,1998年为报告期,1990年为基期;粮食产量为报告期粮食产量;有结构调整情形指实际已经发生的存在结构调整情形下的加权平均单产和总播种面积;无结构调整情形指报告期各作物单产和基期种植结构条件下,为获得报告期粮食产量需要的总播种面积及折算的加权平均单产;节约播种面积指无结构调整情形播种面积减有结构调整情形的播种面积的差值。下表同。

表4 河北省各市粮食内部种植结构变动的播种面积效应测算

城市	播种面积效应(万hm ²)								
	1998/1990			2003/1998			2015/2003		
	有调整	无调整	节约	有调整	无调整	节约	有调整	无调整	节约
石家庄	78.40	79.44	1.04	70.01	69.89	-0.12	75.54	78.81	3.27
唐山	61.86	62.22	0.36	44.60	42.92	-1.68	49.44	51.26	1.83
秦皇岛	19.55	19.76	0.21	15.41	15.03	-0.38	14.83	15.37	0.54
邯郸	83.83	85.79	1.97	71.19	72.75	1.56	77.34	80.68	3.34
邢台	81.93	83.75	1.82	70.51	73.56	3.06	73.02	75.25	2.24
保定	101.66	105.38	3.72	84.80	86.01	1.21	91.83	93.35	1.52
张家口	68.04	74.59	6.55	44.64	51.79	7.15	47.42	50.92	3.50
承德	30.45	34.40	3.95	22.05	22.96	0.91	29.76	30.14	0.38
沧州	97.44	100.39	2.95	68.98	72.30	3.32	90.02	95.15	5.13
廊坊	43.50	45.71	2.21	29.20	29.83	0.63	30.87	31.74	0.88
衡水	63.92	64.95	1.04	52.22	53.54	1.33	57.58	59.04	1.47

注:表中“有调整”“无调整”分别指为获得报告期粮食产量,有结构调整情形和无结构调整情形下的粮食作物总播种面积。

庄和秦皇岛的节地效应为负,表明其间3市粮食结构调整中存在相对低产作物对高产作物的种植替代;2003—2015年,节地效应相对较高的是沧州、张家口和邯郸,相对较低的是承德、秦皇岛和廊坊。

从研究期整体(1990—2015年)看,节地效应相对较高的是张家口和沧州,分别节地17.20万hm²和11.40万hm²,节地效应相对较小的是秦皇岛和唐山,分别节地只有0.37万hm²和0.51万hm²。

2.3.2 结构调整对河北省粮食生产水资源消耗的影响 从全省看,1990年以来,粮食作物内部结构调整,改变了单位播种面积的加权平均耗水量,使得与无结构调整情形相比,在获

得相同产量时,结构调整发挥了一定的节水作用(表5)。1990—2015年,粮食作物内部结构调整调整为河北省相对节约水资源8.39亿m³。分阶段看,节水效应在粮食生产发展的不同阶段存在明显差异,1990—1998年结构调整的节水效应为负,表明其间存在相对高耗水作物对低耗水作物的种植替代;1998—2003年和2003—2015年,结构调整的节水效应均为正值,表明其间存在相对低耗水作物对高耗水作物的种植替代。

整个研究期,因种植结构调整年均节约水资源量为0.34亿m³,其中粮食生产相对下滑的1998—2003年,节水效应更明显,年均达到了1.51亿m³。

表5 河北省粮食内部种植结构变动的水资源效应测算

时期	粮食播种面积 (万hm ²)	有结构调整情形		无结构调整情形		节约耗水量 (亿m ³)
		加权平均耗水量(亿m ³)	总耗水量(亿m ³)	加权平均耗水量(亿m ³)	总耗水量(亿m ³)	
1998/1990	730.57	5 473.91	399.91	5 438.49	398.21	-1.70
2003/1998	573.60	5 368.15	307.91	5 473.91	315.48	7.57
2015/2003	637.64	5 325.32	339.56	5 368.15	342.08	2.52

注:有结构调整情形为实际已经发生的存在结构调整情形下的加权平均耗水量和总耗水量;无结构调整情形是指在基期种植结构条件下,为获得报告期粮食产量的总耗水量及折算的加权平均耗水量;节约耗水量指无结构调整情形减有结构调整情形的总耗水量的差值。

从河北省下辖各市看,各市粮食种植结构调整及由此导致的节水效应也存在较大差别(表6)。

从研究期整体(1990—2015年)看,由于粮食种植结构调整,河北省下辖11市中有10个市实现了一定的节水效应。其中,节水量相对较大的是张家口、邯郸和衡水,分别节水3.51亿、1.10亿、1.07亿m³;节水量相对较小的是石家庄、承德和唐山,分别节水0.35亿、0.41亿、0.51亿m³;而沧州市,结构调整的节水效应为负,相对于无结构调整多消耗水资源1.25亿m³。

从研究期3个阶段看,1990—1998年,11个地级市有7个结构调整的节水效应为正,节水效应相对较高的是衡水、张家口和邢台,而沧州、承德、廊坊和秦皇岛市节水效应为负,其中沧州市有结构调整相对与无结构调整增加水资源消耗1.70亿m³。1998—2003年,11个地级市有10个结构调整的节水效应为正,节水效应相对较高的是张家口、唐山和沧州,其中张家口节水效应最突出,而衡水节水效应为0。2003—

2015年,11个地级市有8个节水效应为正,节水效应相对突出的是承德、廊坊和邯郸,而唐山、沧州和石家庄节水效应为负。

3 结论与讨论

本研究分析了1990—2015年河北省粮食生产结构变化特征,并从河北全省和下辖各市2个层面系统测算了粮食种植结构变化对水土资源消耗的影响,结论如下:(1)1990年以来,河北省粮食生产快速发展;粮食内部种植结构发生明显变化,表现为相对高产的玉米种植比例不断增加,而相对低产的大豆、薯类和杂粮种植比例持续下降。(2)从全省来看,粮食种植结构变化,使得与无结构调整情形相比,在获得相同产量时,结构调整较好地发挥了节地(播种面积)、节水的作用。1990—2015年,结构调整调整为河北省相对节约6.82万hm²的播种面积和8.39亿m³的水资源消耗。(3)分区域看,1990—2015年,除沧州市外,粮食种植结构调整在河北省下辖

表6 河北省各市粮食内部种植结构变动的水资源效应测算

城市	水资源效应(亿 m ³)								
	1998/1990			2003/1998			2015/2003		
	有调整	无调整	节约	有调整	无调整	节约	有调整	无调整	节约
石家庄	43.32	43.57	0.25	38.52	38.76	0.25	41.69	41.55	-0.15
唐山	35.64	35.66	0.01	23.73	25.05	1.32	27.47	26.64	-0.82
秦皇岛	10.56	10.26	-0.30	7.68	8.29	0.62	7.15	7.41	0.26
邯郸	46.96	47.12	0.16	39.68	40.13	0.45	42.70	43.19	0.49
邢台	45.04	45.53	0.49	38.99	38.99	0.01	40.02	40.34	0.32
保定	55.07	55.39	0.32	45.81	46.06	0.25	49.60	49.64	0.04
张家口	33.58	34.35	0.77	20.59	22.88	2.29	21.41	21.86	0.45
承德	15.58	14.86	-0.72	10.92	11.48	0.56	14.04	14.61	0.57
沧州	52.98	51.28	-1.70	36.71	37.76	1.05	48.57	47.97	-0.60
廊坊	23.29	22.85	-0.44	15.11	15.62	0.51	15.40	15.92	0.52
衡水	34.92	35.83	0.91	28.72	28.72	0.00	31.41	31.57	0.16

注:表中“有调整”、“无调整”分别指为获得报告期粮食产量,有结构调整情形和无结构调整情形下的粮食生产的总耗水量。

10个市均发挥了“节地节水”的作用;而在沧州则表现为“节地但耗水”的作用。(4)河北省内各市粮食种植结构调整空间差异较大,由此引致结构调整的水土资源效应存也在较大的空间差异。

从长远来看,水土资源作为最基础的自然资源和战略性的经济资源,将成为制约河北省粮食生产持续发展的刚性约束因素,粮食种植结构调整的方向和空间也将主要受水土资源条件的限制。1990—2015年,河北省依靠种植结构调整,一定程度上实现了节约水土资源的作用,在某种程度上是对河北省“地多水少”的水土资源匹配特征的一种适应,有利于河北省农业的持续发展。但是,河北省由于多年连续超采地下水,已经形成多个地下水沉降漏斗,并产生了严重的生态后果;叠加粮食生产过程中大量化肥、农药的使用已经带来了严重的农业面源污染,表明今后维持河北省粮食持续增产的难度将会增大。因此,在粮食生产调控过程中,在关注粮食种植结构变化的粮食产量效应和水土资源效应的同时,也不应忽视结构调整的资源、环境影响,以及由此导致的粮食生产与消费的结构性矛盾。

参考文献:

- [1]王洋,王新江.吉林省种植结构演变的驱动机制研究[J].农业系统科学与综合研究,2005,21(1):33-36.
- [2]何艳芬,张柏,刘志明.吉林省近50年粮食产量及其作物结构分析[J].农业系统科学与综合研究,2005,20(2):132-135.
- [3]李奇峰,张海林,陈阜.东北农作物区粮食作物种植格局变化的特征分析[J].中国农业大学学报,2008,13(3):74-79.
- [4]程叶青,何秀丽.东北地区粮食生产的结构变动及比较优势分析[J].干旱地区农业研究,2005,23(3):1-7.
- [5]霍灵光.吉林省粮食作物比较优势及种植结构研究[J].安徽农

业科学,2013,41(21):9119-9120.

- [6]云雅如,方修琦,王媛,等.黑龙江省过去20年粮食作物种植格局变化及其气候背景[J].自然资源学报,2005,20(5):697-705.
- [7]朱晶,李天祥,林大燕,等.“九连增”后的思考:粮食内部结构调整的贡献及未来潜力分析[J].农业经济问题,2013,34(11):36-43.
- [8]苗珊珊.粮食生产核心区粮食产量十连增是否具有可持续性[J].农林经济管理学报,2015,14(6):567-576.
- [9]刘玉,高秉博,潘瑜春,等.基于LMDI模型的黄淮海地区县域粮食生产影响因素分解[J].农业工程学报,2013,28(21):1-10.
- [10]刘玉,潘瑜春,任旭红,等.基于LMDI的粮食生产因素分解模型及实证分析——以河南省为例[J].北京大学学报(自然科学版),2014,50(5):887-894.
- [11]李天祥,朱晶.近十年来中国粮食内部种植结构调整对水土资源利用的影响分析[J].中国人口·资源与环境,2014,24(9):96-102.
- [12]周惠成,彭慧,张弛,等.给予水资源合理利用的多目标农作物种植结构调整与评价[J].农业工程学报,2007,23(9):45-49.
- [13]张洪嘉.农业水资源高校利用角度下新疆干旱区种植业结构优化研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
- [14]邹君.虚拟水战略视角下的湖南水密集型产业布局优化调整研究[J].农业现代化研究,2014,35(2):213-217.
- [15]蔡超,夏建新,任华堂.基于蓝水资源的新疆农业种植结构调整分析[J].农业现代化研究,2015,36(2):265-269.
- [16]石玉林,卢良恕.中国农业需水与节水高效农业建设[M].北京:中国水利水电出版社,2001.