

黄梦佳, 李淑杰, 杜婉婷, 等. 基于限制因素分析的耕地质量提升分区——以长春市九台区为例[J]. 农业资源与环境学报, 2019, 36(3): 272-278.
HUANG Meng-jia, LI Shu-jie, DU Wan-ting, et al. The classification and zoning of cultivated land quality improvement based on limiting factors: A case study of Jiutai District in Changchun City, China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2019, 36(3): 272-278.

基于限制因素分析的耕地质量提升分区 ——以长春市九台区为例

黄梦佳, 李淑杰*, 杜婉婷, 曹竞文, 齐 鲁

(吉林大学地球科学学院, 长春 130061)

摘 要:为划定耕地质量提升区域,以长春市九台区为研究区,根据2017年耕地质量等别年度更新及监测成果,利用改进的自然等提等潜力指数模型计算出研究区各耕地单元主导限制型,并确定其主导限制程度,依托 ArcGIS 平台按照整治难易程度划分耕地质量提升区,并提出针对性的建议。结果表明,九台区耕地存在14种主导限制型、20种主导限制程度与主导限制型组合。研究表明,划分出近期、中期以及远期三个时段耕地质量提升区,有利于合理安排土地整治时序,同时为耕地质量的提升和建设提供参考依据。

关键词:主导限制型;主导限制程度;耕地质量提升区;土地整治

中图分类号:F323.21

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2019)03-0272-07

doi: 10.13254/j.jare.2018.0096

The classification and zoning of cultivated land quality improvement based on limiting factors: A case study of Jiutai District in Changchun City, China

HUANG Meng-jia, LI Shu-jie*, DU Wan-ting, CAO Jing-wen, QI Lu

(College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

Abstract: In order to divide the cultivated land quality improvement area, Jiutai District in Changchun City was studied in this paper. Relying on the annual update and monitoring results of cultivated land quality in 2017 and using the improved natural potential index model, the dominant limiting type of each cultivated land unit in the study area was calculated and the extent of its dominant limitations were determined. Based on these results, cultivated land quality improvement area was determined to partition relied on the ArcGIS platform, and then some specific recommendations was made. The results showed that there were 14 dominant limiting types of cultivated land and 20 types of extent of dominant limitations combined with the dominant limiting type in Jiutai. Through the study of local conditions, the three periods of cultivated land quality improvement area of short-, medium- and long-term was divided which would provide reasonable scheduling for future land consolidation in Jiutai and reference for the improvement and construction of cultivated land quality.

Keywords: dominant limiting type; extent of dominant limitation; cultivated land quality improvement area; land consolidation

我国是农业大国,保障粮食生产至关重要。耕地作为农业生产的基础,其数量和质量与粮食生产紧密相关,对维持社会经济稳定发展具有重要作用。由于

城市化进程的加快,耕地数量不断减少,大量优质耕地被占用或高强度利用,导致用养地失衡,使得我国耕地质量总体偏低,高等别耕地比重小,中低等耕地

收稿日期:2018-04-21 录用日期:2018-06-19

作者简介:黄梦佳(1995—),女,四川达州人,硕士研究生,研究方向为土地经济与管理。E-mail:huangmj17@mails.jlu.edu.cn

*通信作者:李淑杰 E-mail:shujieli@126.com

基金项目:国家自然科学基金项目(71303006);长春市九台区2017年耕地质量等别更新及监测评价项目(20171025)

Project supported: The National Natural Science Foundation of China(71303006); Cultivated Land Quality Renewal, Monitoring and Evaluation Project in Jiutai, Changchun City in 2017(20171025)

面积较大,且其本身存在的限制因素在很大程度上制约了耕地粮食生产效率,因此提升耕地质量即土地整治势在必行。为提高耕地总体质量,确保粮食生产安全,我国实行耕地数量、质量和生态“三位一体”的耕地保护制度,因而从限制因素入手进行耕地质量提升研究具有重要的理论及实际意义。

近年来,国内外学者关于耕地质量的研究涉及耕地质量动态平衡变化^[1]、耕地质量管理^[2-3]、耕地质量评价^[4-5]、耕地质量监测^[6-7]、耕地占补平衡^[8-9]、耕地质量和数量提升及利用潜力研究^[10-12]等方面,并获得了一定的研究成果,其中关于耕地质量提升的研究大多通过选取指标评价耕地质量提升,忽略了耕地自身限制因素的改良。董莉莉等^[13]从耕地限制因素入手,分析不同地域耕地等别及其限制因素,提出耕地质量提升策略;张杰等^[14]引入限制因素障碍度模型,确定限制程度并提出耕地质量提升措施;吕慧敏等^[15]利用自然等提等潜力计算模型确定主导限制型与自然等别组合类型,并提出耕地质量提升措施。综合来看,目前关于耕地限制因素的研究较少,基于限制因素划定耕地质量提升区的研究更少。

因此,本研究从耕地质量限制因素入手,以长春市九台区为研究区,基于耕地质量等别更新与监测数据库,利用改进的自然等提等潜力指数模型,确定耕地主导限制型及主导限制程度,在此基础上划分耕地质量提升区并提出针对性的建议,为九台区耕地质量提升和建设提供参考依据,使该区土地整治更加合理。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

九台区位于吉林省长春市东北部,是长春的东大门,位于东经125°24′50″~126°29′50″,北纬43°50′30″~44°31′30″,东接吉林市昌邑区、永吉县,西同长春市二道区毗邻,南连长春市双阳区,北与德惠市、榆树市接壤。九台区属长松辽平原东南边缘与长白山脉过渡地带,北寒温带半湿润地区,大陆性季风型气候明显,河流水系发达。九台区下辖3个街道、13个镇、2个民族乡。截至2016年12月底,九台区土地总面积为337 151.80 hm²,其中,耕地总面积218 969.43 hm²,在1:10 000比例尺下,耕地图斑共计41 027个,占土地总面积的64.95%,其中,旱地189 411.83 hm²、水田29 261.16 hm²、水浇地296.44 hm²,耕地占有绝对优势。九台区属于黑土农作区,黑土分布广,适宜农

作物的种植,耕地资源丰富且土质肥沃,土地垦殖率较高,种植业以粮食为主,这使该区成为农业大区及国家级商品粮基地,农业在全区国民经济发展中占有很重要的地位。因此,以九台区为研究区具有较强代表性。

1.2 数据来源

本研究主要涉及耕地数量数据、质量数据以及相关统计数据。其中,耕地数量数据来自于九台区2017年土地调查数据库;耕地质量数据来自于九台区2017年耕地质量等别年度更新评价数据库以及耕地质量年度监测评价数据库;相关统计数据来自于文献[16]。

根据研究实际需要对所获数据进行整理、筛选和计算,以确保研究的顺利进行。

1.3 研究方法

1.3.1 限制因素指标选取

依据《GB/T 28407—2012农用地质量分等规程》(以下简称《规程》),九台区所属标准耕作制一级区为东北区,二级区为松嫩平原区,标准耕作制度为玉米、水稻、大豆,复种类型一年一熟,是吉林省的农业大区以及国家级商品粮基地。根据《规程》中推荐的12个耕地质量指标,依据综合分析原则、稳定性原则、标准化原则以及可操作性原则,结合九台区实际情况,本研究舍弃灌溉保证率、灌溉水源、有效土层厚度、地形坡度及地表岩石露头度5个指标,最终选取表层土壤质地、土壤酸碱度、剖面构型、盐渍化程度、土壤有机质含量、障碍层距地表深度以及排水条件7个指标作为县域耕地质量限制因素指标。

1.3.2 限制类型确定

近年来,国内外学者对于耕地质量限制类型的土地评价体系研究逐步完善,限制类型的划分涉及土壤、肥力、排水等具体的指标。就研究区而言,在确定限制类型时,以九台区耕地质量限制因素指标为基础,结合上述选择的7大限制因素指标,建立起耕地质量限制类型和限制因素指标的对应关系,见表1。从表1可知九台区存在质地限制(t)、酸碱度限制(p)、剖面构型限制(s)、盐碱限制(n)、有机质限制(o)、障碍层次限制(h)、排水限制(d)共7种基本限制类型。

1.3.3 主导限制型计算方法

主导限制型是耕地质量限制的最主要因素,将各耕地图斑的限制型按照限制性大小进行排序组合,即限制谱序^[17-18]。计算限制谱序一般运用改进的自然等提等潜力指数模型^[19-20],该模型通过计算各耕地图

表1 耕地质量限制类型与限制因素指标对应表

Table 1 The corresponding table of cultivated land quality limiting types and limiting factors

编号 Number	限制类型 Limiting type	对应指标 Corresponding indicator	对应代码 Corresponding code
1	质地限制	表层土壤质地	t
2	酸碱度限制	土壤酸碱度	p
3	剖面构型限制	剖面构型	s
4	盐碱限制	盐渍化程度	n
5	有机质限制	土壤有机质含量	o
6	障碍层次限制	障碍层距地表深度	h
7	排水限制	排水条件	d

斑自然等指数的实际分值与自然等指数的最大值,并将其进行差值比较,两者的差值与最大值的百分比即为该项指标的提等潜力指数。计算公式如下:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^j w_{jk} \times f_{ijk} \times \alpha_j \times \beta_j}{100}$$

$$R_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^j w_{jk} \times 100 \times \alpha_j \times \beta_j}{100}$$

$$P_{ik} = \frac{(R_{ik} - r_{ik})}{R_{ik}} \times 100\%$$

式中: r_{ik} 表示第*i*个图斑内第*k*个因素指标对该图斑自然等指数的实际值; w_{jk} 表示第*j*种作物第*k*个因素指标的权重; f_{ijk} 表示第*i*个图斑内第*j*种作物第*k*个因素指标的质量分值; α_j 表示第*j*种作物的光温生产潜力指数; β_j 表示第*j*种作物的产量比系数; R_{ik} 表示第*i*个图斑内第*k*个因素指标对该图斑自然等指数的最大值; P_{ik} 表示第*i*个图斑内第*k*个因素指标的自然等提等潜力指数。

在此基础上,对各耕地图斑提等潜力指数按照大小进行排列组合,确定该图斑主导限制型。其中,自然等提等潜力指数*P*值越大,限制谱序越靠前,耕地质量可提升的潜力越大,而限制性也越强,*P*值的最大值即为耕地自然等质量主导限制型。

1.3.4 主导限制程度确定方法

基于主导限制型确定主导限制程度,主导限制型对应的自然等提等潜力值越大,限制程度越高。依托ArcGIS平台,利用相等间隔法对其主导限制程度进行初步划分,并结合计算得到的提等潜力实际值进行修正改进,最终确定无限制($P=0$)、低限制($0 < P \leq 15\%$)、中限制($15\% < P \leq 40\%$)以及高限制($P > 40\%$)4个限制程度等级。

1.3.5 耕地质量提升区划分方式

耕地质量提升区在实际划分时以研究区耕地主导限制型及主导限制程度为基础,结合具体情况确定近期、中期及远期耕地质量提升区。耕地的主导限制程度影响耕地质量提升难易程度,限制程度越高,整治难度越大,反之越小;耕地不同的主导限制型同样在耕地质量提升方面存在不同难易程度。排水限制和盐碱限制整治难度较小,属于基本工程;有机质限制则可通过采取生物化学措施进行长期管理,难度较低;质地限制、剖面构型限制以及障碍层次限制改造难度相对较大,需要长期投入大量资金及技术,短期内难见明显成效。因此,按照主导限制程度和主导限制型改良的难易程度,将低限制及中、高限制中的排水限制划为近期质量提升区;中、高限制中包含盐碱限制、有机质限制的部分划为中期质量提升区;其余部分划分为远期质量提升区。

2 结果与讨论

2.1 主导限制型分布情况

结合研究区实际情况,利用改进的自然等提等潜力指数模型,计算九台区41 027个耕地图斑中7个评价指标的提等潜力指数,确定各耕地图斑主导限制型及主导限制程度,见表2。利用统计软件汇总得知九台区耕地存在14种主导限制型,见表3。大部分耕地图斑主导限制型只存在一种主导限制,少部分图斑存在两种或三种主导限制,障碍层次限制(h)是九台区最主要的主导限制型,其次是剖面构型限制(s),分别占九台区耕地总面积的51.308%和18.088%,各主导限制型中质地-排水限制(t-d)所占比重最小,仅一块图斑,面积为5.41 hm²。

基于ArcGIS平台,结合九台区各耕地图斑主导限制型结果明确其分布情况,见图1。可以看出,九台区主导限制型分布面积最广的是障碍层次限制(h),集中连片分布在九台区所有乡镇,包括火石岭村、和气村、三盛村和牛沟村等298个行政村;剖面构型限制(s)次之,同障碍层次限制类似,分散在九台区各个乡镇,包括新立村、吴家店村、龙嘉堡村等207个行政村;剖面构型-障碍层次限制(s-h)分布于九台区东北部、中部和西南部地区,涉及九郊街道、沐石河镇以及城子街镇等13个乡镇(街道),包括石家村、唐家村、盛家村在内的64个行政村;质地-剖面构型限制(t-s)主要分布在东部地区,涉及城子街镇、其塔木镇、上河湾镇等9个乡镇45个行政村;剖面构型-盐

表2 九台区各图斑提等潜力指数
Table 2 Table of potential index in Jiutai's plaques

图斑编号 Number	提等潜力指数 Potential index/%							主导限制型 Dominant limiting type	主导限制程度 Extent of dominant limitation
	酸碱度 pH	土壤质地 Soil texture	剖面构型 Profile configuration	盐渍化 Salinization	有机质 Organic matter	障碍层距 Barrier layer spacing	排水 Drainage		
1	0	20	60	0	0	80	30	h	高
2	0	20	20	30	5	78	30	h	高
3	0	20	60	0	5	64	30	h	高
4	0	20	20	30	5	78	30	h	高
5	0	40	0	0	25	80	70	h	高
6	0	40	0	0	25	80	70	h	高
7	11	20	60	0	25	0	10	s	高
8	11	20	60	0	25	0	10	s	高
9	11	20	60	0	25	0	10	s	高
10	0	20	60	0	25	0	0	s	高
11	0	40	0	0	25	80	30	s	高
12	0	20	60	30	0	80	30	s	高
13	0	40	0	0	25	56	30	s	高
...
41 025	0	40	40	60	25	50	10	n	高
41 026	0	20	60	0	25	0	0	s	高
41 027	11	20	60	60	25	24	30	s-n	高

表3 耕地质量主导限制型汇总
Table 3 The dominant limiting types of cultivated land quality

编号 Number	主导限制型 Dominant limiting type	图斑个数 Plaque number	面积 Area/hm ²	比例 Proportion/%
1	障碍层次限制(h)	19 985	112 349.28	51.308
2	剖面构型限制(s)	6600	39 608.24	18.088
3	剖面构型-障碍层次限制(s-h)	2032	12 000.64	5.481
4	质地限制(t)	3524	12 128.34	5.538
5	排水限制(d)	2184	13 925.80	6.360
6	盐碱-排水限制(n-d)	1628	8 321.80	3.800
7	剖面构型-盐碱限制(s-n)	644	3 133.24	1.431
8	盐碱限制(n)	2136	8 660.23	3.955
9	质地-剖面构型限制(t-s)	1719	7 077.88	3.228
10	剖面构型-盐碱-障碍层次限制(s-n-h)	249	718.79	0.328
11	盐碱-障碍层次限制(n-h)	256	734.87	0.335
12	有机质限制(o)	5	21.81	0.010
13	质地-障碍层次限制(t-h)	64	283.12	0.129
14	质地-排水限制(t-d)	1	5.41	0.002
合计		41 027	218 969.43	100

碱-障碍层次限制(s-n-h)主要分布在东部,涉及西营城镇、土们岭镇、苇子沟镇等8个乡镇29个行政村;质地限制(t)、排水限制(d)、盐碱-排水限制(n-d)以及剖面构型-盐碱限制(s-n)遍及九台各地区,分布范围广;盐碱-障碍层次限制(n-h)、有机质限制(o)、质

地-障碍层次限制(t-h)以及质地-排水限制(t-d)零星分布在少数地区;多数行政村存在多种主导限制型。

2.2 主导限制程度与主导限制型组合

将主导限制程度与主导限制型两两组合,最终得

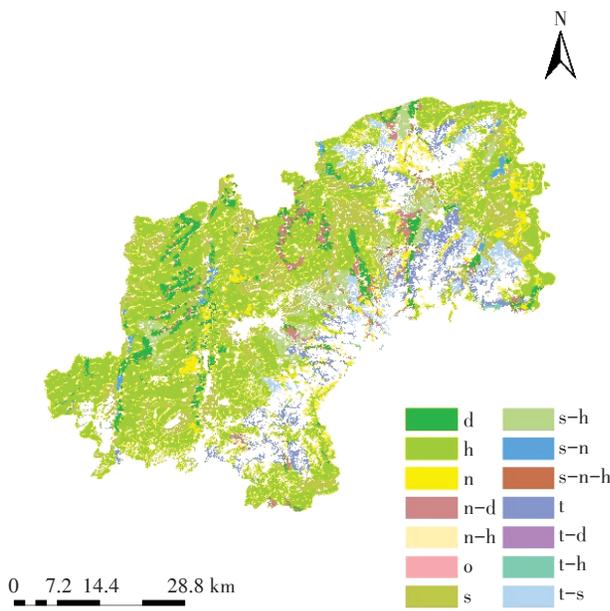


图1 九台区耕地主导限制型

Figure 1 The dominant limiting types of cultivated land in Jiutai

到20种不同的主导限制程度-主导限制型组合,见表4。可以看出,主导限制程度为高限制的耕地共计37 677个图斑,面积最大,为199 472.80 hm²,占全区耕地总面积的91.096%;而低限制耕地极少,仅一块图斑,面积为10.70 hm²。

2.3 耕地质量提升区分析

通过提等潜力计算明确各耕地图斑主导限制型及主导限制程度,进而划分耕地质量提升区,有利于土地整治工作的合理有序开展,有效提升耕地质量,九台区耕地质量提升分区结果见表5及图2。

九台区近期质量提升区耕地图斑有2185个,共计13 936.50 hm²,占耕地总面积的6.37%,分布较为分散,涉及九台区所有乡镇,包括和气村、板石村、清水村、大城子村以及莲花村等297个行政村。近期质量提升区限制程度低且改善的难度低,比较容易实现,其中,排水限制可根据实际情况完善排水体系,配备相应排水工程,完善水利设施建设;盐碱限制则可

表4 耕地质量主导限制程度-主导限制型组合

Table 4 The extent of dominant limitation combined with the dominant limiting type

主导限制程度 Extent of dominant limitation	主导限制型 Dominant limiting type	图斑个数 Plaque number	面积 Area/hm ²	占比 Proportion/%	
低	有机质限制(o)	1	10.70	0.005	
	小计	1	10.70	0.005	
中	剖面构型限制(s)	9	85.71	0.039	
	质地限制(t)	5	27.67	0.013	
	排水限制(d)	1700	10 993.29	5.020	
	盐碱-排水限制(n-d)	1628	8 321.80	3.800	
	盐碱限制(n)	2	45.57	0.021	
	质地-剖面构型限制(t-s)	1	0.78	0.0004	
	有机质限制(o)	4	11.11	0.005	
	小计	3349	19 485.93	8.899	
	高	障碍层次限制(h)	19 985	112 349.28	51.308
		剖面构型限制(s)	6591	39 522.52	18.049
剖面构型-障碍层次限制(s-h)		2032	12 000.64	5.481	
质地限制(t)		3519	12 100.67	5.534	
排水限制(d)		484	2 932.50	1.339	
剖面构型-盐碱限制(s-n)		644	3 133.24	1.431	
盐碱限制(n)		2134	8 614.66	3.934	
质地-剖面构型限制(t-s)		1718	7 077.11	3.232	
剖面构型-盐碱-障碍层次限制(s-n-h)		249	718.79	0.328	
盐碱-障碍层次限制(n-h)		256	734.87	0.336	
质地-障碍层次限制(t-h)		64	283.12	0.129	
质地-排水限制(t-d)		1	5.41	0.002	
小计		37 677	199 472.80	91.096	
合计		41 027	218 969.43	100	

表5 九台区耕地质量提升区统计

Table 5 Statistics of cultivated land quality improvement area in Jiutai

质量提升区 Quality improvement area	图斑个数 Plaque number	面积 Area/hm ²	比例 Proportion/%
近期质量提升区	2185	13 936.50	6.37
中期质量提升区	3768	16 993.13	7.76
远期质量提升区	35 074	188 039.80	85.87
合计	41 027	218 969.43	100

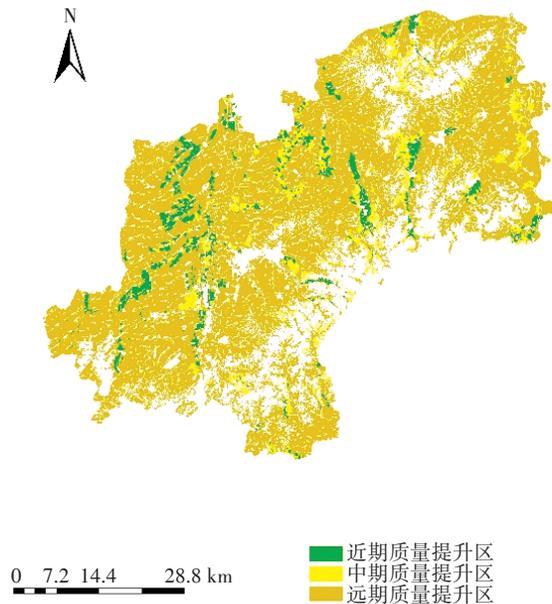


图2 九台区耕地质量提升区分布

Figure 2 Distribution of cultivated land quality improvement area in Jiutai

通过深挖开沟降低土壤的地下水位,同时通过反复漫灌与排水淋洗土壤中的盐分,以提高耕地质量。

中期质量提升区耕地图斑有3768个,共计16 993.13 hm²,占耕地总面积的7.76%,同近期质量提升区类似,分散分布在九台区所有乡镇,包括新兴村、平安卜村、莲花村以及金家岗村等306个行政村。中期质量提升区包括受盐碱限制、有机质限制的耕地,在整治时需要采取相应生物化学等措施,并采用合理轮作、测土配方施肥以及施放有机质养料等方式,改造时间相对较长。

远期质量提升区耕地图斑有38 074个,耕地面积188 039.80 hm²,分布面积最广,所占面积比例最大,为85.87%,涉及九台区18个乡镇,包括火石岭村、和气村、三盛村以及放牛沟村等310个行政村。九台区土壤中存在各种障碍层,导致耕地质量等别受到限

制。为提升耕地质量,应加强耕地障碍层的清理,改善土壤结构,降低耕地障碍限制,同时需投入大量资金和技术,通过各种机械手段改善耕层土壤质地以及土壤剖面中不良的土层排列,并对其进行长期监督管理。

3 结论

(1)建立耕地质量限制型与耕地质量限制因素指标的对应关系,可以确定九台区耕地质量存在排水限制、质地限制以及盐碱限制等7种限制类型。

(2)利用改进的自然等提等潜力指数模型计算耕地质量提等潜力指数,并进行限制型谱序,在确定九台区各耕地图斑主导限制型的同时进行限制程度划分,最终得到14种耕地质量主导限制型和20种主导限制程度与主导限制型的组合类型。

(3)基于可行性、合理性的原则,将主导限制型与主导限制程度进行分析,进而划分出近期、中期和远期耕地质量提升区,为九台区土地整治做出合理的空间时序安排,并针对性地提出建议,为其后续开发利用提供参考依据。

参考文献:

- [1] 郑海霞, 封志明. 中国耕地总量动态平衡的数量和质量分析[J]. 资源科学, 2003, 25(5): 33-39.
ZHENG Hai-xia, FENG Zhi-ming. The quantity and quality analysis on dynamic equilibrium of the total cultivated land in China[J]. *Resources Science*, 2003, 25(5): 33-39.
- [2] Doran J W. Soil health and global sustainability: Translating science into practice[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2002, 88(2): 119-127.
- [3] Huffman E. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: Integrating census and biophysical data to estimate soil cover wind erosion and soil saline[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2000, 81(2): 113-123.
- [4] 孔祥斌, 刘灵伟, 秦静. 基于农户土地利用行为的北京大兴区耕地质量评价[J]. 地理学报, 2008, 63(8): 856-868.
KONG Xiang-bin, LIU Ling-wei, QIN Jing. Arable land evaluation based on the household land use behavior in Daxing District of Beijing [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(8): 856-868.
- [5] 石淑芹, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 东北地区耕地自然质量和利用质量评价[J]. 资源科学, 2008, 30(3): 378-384.
SHI Shu-qin, CHEN You-qi, YAO Yan-min, et al. Assessing natural quality and use quality of cultivated land in northeast China[J]. *Resources Science*, 2008, 30(3): 378-384.
- [6] 马建辉, 吴克宁, 赵华甫, 等. 基于农用地分等的耕地质量动态监测体系研究[J]. 中国农业资源与区划, 2013, 34(5): 133-139.
MA Jian-hui, WU Ke-ning, ZHAO Hua-fu, et al. Research on the dy-

- dynamic cultivated land quality monitoring system based on the agricultural land gradation[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2013, 34(5):133-139.
- [7] 伍育鹏, 郟文聚, 李武艳. 用标准样地进行耕地质量动态监测与预警探讨[J]. *中国土地科学*, 2006, 20(4):40-45.
WU Yu-peng, YUN Wen-ju, LI Wu-yan. Research on standard-plot based monitoring and early-warning of arable land quality[J]. *China Land Science*, 2006, 20(4):40-45.
- [8] 王盼盼, 宋戈, 王越. 农用地分等及土地开发整理成果在耕地占补平衡中的应用[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(11):258-264.
WANG Pan-pan, SONG Ge, WANG Yue. Application of agricultural land gradation and land consolidation to cultivated land requisition-compensation balance[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(11):258-264.
- [9] 钱凤魁, 王秋兵, 董婷婷, 等. 农用地等级折算成果在耕地占补平衡中的应用[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(8):100-103.
QIAN Feng-kui, WANG Qiu-bing, DONG Ting-ting, et al. Application of conversion results of agricultural land gradation to the cultivated land requisition-compensation balance[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(8):100-103.
- [10] 陈茜. 北京市基本农田保护区内耕地数量和质量提升潜力评价研究[D]. 长沙:湖南农业大学, 2012.
CHEN Qian. Study on evaluation of quality and quantity potential promotion in basic farmland protection areas in Beijing[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2012.
- [11] 靳相木, 李陈, 陈如坚, 等. 县/市尺度农用地整治新增耕地潜力评价——以浙江省温州市为例[J]. *水土保持通报*, 2015, 35(4):293-298.
JIN Xiang-mu, LI Chen, CHEN Ru-jian, et al. Evaluation for potential of newly-increased cultivated land in agriculture land consolidation on county or city scale: A case study of Wenzhou City, Zhejiang Province[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2015, 35(4):293-298.
- [12] 孙娟. 镇驻地土地集约利用潜力评价与测算——以胶州市胶北镇为例[D]. 泰安:山东农业大学, 2012.
SUN Juan. Evaluation and calculation of the intensive land use potential in town resident: A case of Jiaobei Town resident in Jiaozhou City [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2012.
- [13] 董莉莉, 吴克宁, 魏洪斌, 等. 我国东部典型县域耕地等别限制因素与提升对策[J]. *资源与产业*, 2016, 18(4):24-29.
DONG Li-li, WU Ke-ning, WEI Hong-bin, et al. Grade limits and approaches to eastern China's country-level farmlands[J]. *Resources & Industries*, 2016, 18(4):24-29.
- [14] 张杰, 赵瑞东, 田超, 等. 基于限制程度排序的卢龙县耕地质量提升重点区域划定研究[J]. *中国生态农业学报*, 2017, 25(3):429-440.
ZHANG Jie, ZHAO Rui-dong, TIAN Chao, et al. Delineation of key areas of cultivated land quality improvement in Lulong County based on restriction degree[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2017, 25(3):429-440.
- [15] 吕慧敏, 吴克宁, 周勇, 等. 基于农用地分等的耕地质量主导限制型研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2015, 36(7):11-18.
LÜ Hui-min, WU Ke-ning, ZHOU Yong, et al. An agricultural land gradation based study on limiting types of the quality of cultivated land[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2015, 36(7):11-18.
- [16] 长春市九台区人民政府. 2017年政府工作报告[R]. 长春:长春市九台区人民政府, 2017.
The People's Governments of Jiutai in Changchun City. Government work report in 2017[R]. Changchun: The People's Government of Jiutai in Changchun City, 2017.
- [17] 霍习良, 许喲, 张俊梅, 等. 土壤养分限制谱序的知识表达和判别体系探讨[J]. *土壤通报*, 2002, 33(2):108-110.
HUO Xi-liang, XU Hao, ZHANG Jun-mei, et al. Discussion the order of soil nutrient limiting factors and the evaluation system[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33(2):108-110.
- [18] 马少云. 黄淮海北部高产粮田系统养分特征及土壤养分限制谱序研究[D]. 保定:河北农业大学, 2015.
MA Shao-yun. Study on the characters of high-production grain yield system and the limiting sequence of soil nutrient in the north Huang-huai-hai China[D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2015.
- [19] 孙亚彬, 吴克宁, 胡晓涛, 等. 基于潜力指数组合的耕地质量等级监测布点方法[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(4):245-254.
SUN Ya-bin, WU Ke-ning, HU Xiao-tao, et al. Layout method for monitoring quality level of arable land based on combination of potential index[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(4):245-254.
- [20] 黄琴. 基于限制因素分析的耕地质量提升潜力研究[D]. 成都:四川师范大学, 2017.
HUANG Qin. Study on cultivated land quality enhance potential based on limiting factors: A case of Shifang City[D]. Chengdu: Sichuan Normal University, 2017.