

秸秆覆盖模式对玉米生理指标及水分利用效率的影响*

汪可欣¹ 付强¹ 姜辛² 张晓萍²

(1. 东北农业大学水利与建筑学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省水利水电勘测设计研究院, 哈尔滨 150001)

摘要:以2012—2013年田间对比试验为基础,深入探讨了不同覆盖耕作模式对春玉米根冠比、根系时空分布、地上生物量、产量及水分利用效率的调控效应。试验设置4个覆盖处理(浅松覆盖、条带覆盖、残茬覆盖、免耕全覆盖)及对照传统耕作处理,分别在拔节期和收获期取样观测,并采用SPSS统计软件对数据进行显著性分析。结果表明:各覆盖耕作模式对根系、地上生物量及根冠比具有前控后助效应,且拔节前期影响显著。此外拔节前期免耕全覆盖长势不如对照,但拔节后期4种覆盖模式地上生物量平均高于对照1.56%~5.48%;根质量密度平均高于对照15.10%~32.36%,根冠比平均高于对照10.38%~32.74%。产量与水分利用效率分别平均高于对照3.79%~12.40%和4.22%~12.31%。其中浅松覆盖处理在玉米根系形成、增产及水分利用效率等方面效果最佳,适宜北方寒旱地区推广。

关键词: 秸秆覆盖 根系 根冠比 玉米 旱寒区

中图分类号: S318; Q945.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)12-0181-06

引言

黑龙江省是我国粮食主产地,目前正着力于实施千亿斤粮食产能建设工程,规划到2015年,全省粮食生产能力增加到5 050万t,年调出商品粮3 000万t左右,成为中国优质、稳固、可靠的“大粮仓”^[1]。为确保粮食增产、稳产,实现千亿斤粮食工程目标,推进传统农业向现代农业跨越,亟需用现代农业科技改造传统农业,积极探索和推广适于不同作物、不同区域的高产、优质、安全的耕作模式,促进农业生产登上新台阶。近年来,许多研究提出合理耕作方式可以为粮食、蔬菜及水果等作物根系创造良性生长环境,利于植株上、下部优化生长、促进高质产量形成。高玉红等^[2]和Huang等^[3]通过田间对比试验分别提出适宜西北地区的全膜双垄沟播等行距玉米种植模式及免耕留茬覆盖冬小麦种植模式,对促进玉米及小麦根系生长、产量及水分利用效率的效果明显。刘志刚等深入分析滴灌、微喷灌方式条件下生菜产量和根长密度分布状况,提出选用复配基质进行栽培,春、夏季分别采用滴灌和微喷灌的方式最有利于生菜高产和根系的生长^[4-5]。武阳等研究表明充分灌溉条件下,香梨树根长密度从树行由内向外呈递减趋势,适度水分胁迫下的根长密

度增加对香梨产量有促进作用^[6]。

保护性耕作技术是获得国际认可的一种行之有效的抗旱、节水、节能、增效的先进农业耕作技术,已在全球70多个国家推广应用。美国、加拿大、澳大利亚、巴西、阿根廷等国的应用面积已占本国耕地面积的40%~70%,目前其研究大多侧重于土壤墒情潜力及土壤养分释放^[7-15],而针对其对作物生理指标影响研究较少。覆盖方式的差异必将导致玉米生长及产量的不同一性,因此本文以连续田间试验为技术手段,研究不同覆盖方式下玉米根、冠时空动态分布特征、产量及土壤水有效性差异,旨在明确不同覆盖模式下根系调控助产的潜力,为进一步提高旱作良性根水共济效用和探索北方寒旱区适宜节水农艺模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2012年4月—2013年10月在哈尔滨市东北农业大学香坊试验基地进行(东经126°45′,北纬45°43′,平均海拔高度138 m)。试验区属寒温带大陆性季风气候区,冬季寒冷干燥,春季多风少雨,夏季温暖湿润,多年平均气温3.5℃,无霜期135 d,多年平均日照时数为2 636 h,多年平均水面蒸发量

收稿日期: 2014-08-24 修回日期: 2014-09-01

* 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(51109037)、黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z10247)、黑龙江教育厅科学技术研究资助项目(12521033)、东北农业大学博士启动基金资助项目(2010RCB64)和黑龙江省粮食产能提升协同创新中心资助项目

作者简介: 汪可欣,副教授,主要从事水土资源开发利用与管理研究,E-mail: wangkexin0224@126.com

796.3 mm,多年平均降水量 545.7 mm。农业生产水源以天然降水为主,试验区土壤为典型黑土,耕作层平均土壤容重为 1.39 g/cm³,供试土壤物理化学性质见表 1。

表 1 试验区土壤物理化学性质
Tab.1 Physico-chemical properties of experimental soil

参数	有机质/(g·kg ⁻¹)	全氮/(g·kg ⁻¹)	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	pH 值
数值	8.09	1.52	70.54	11.71	193.07	6.92

1.2 试验处理与设计

供试玉米品种为东方红 919(2012 年)和方玉 3(2013 年),试验采用随机区组设计,小区总面积 0.25 hm²,共设 5 个处理,分别为:①浅松覆盖(Surface tillage with straw mulching, STS),秋收后采用机械将秸秆粉碎为 5~10 cm 长,直接翻入耕作层 0~20 cm 内,次年春季免耕播种。②条带覆盖(No-tillage with straw mulching on furrow, NTF),秋收后留茬,将秸秆顺垄向布置于垄沟内,次年春季免耕播种。③残茬覆盖(No-tillage with stubble mulching, NTS),秋收后留茬,移走秸秆,次年春季免耕播种。④免耕全覆盖(No-tillage with straw mulching on ridge and furrow, NTR),秋收后将秸秆直接覆盖于地表,次年春季免耕播种。田间试验区布置如图 1 所示。⑤对照传统耕作 CK,秋收后移走秸秆,次年播种前进行犁地整地作业。各处理重复 3 次,株、行距分别为 45、70 cm。试验实施过程中,除耕作方式不同外,其他农业栽培管理措施均相同。

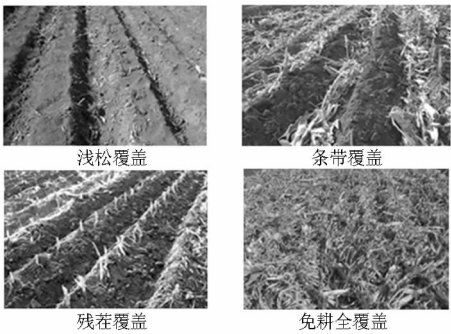


图 1 试验区布置图
Fig.1 Treatment methods of experimental region

1.3 测定项目及方法

试验选取茎叶质量为地上生物量指标,选取干物质质量、籽粒质量和百粒质量为产量指标,采用称量法(精度 0.1 g)确定。选取根质量为根系主要测定指标,分别于 2012 年 6 月 24 日、8 月 3 日和 2013 年 6 月 28 日、7 月 30 日玉米拔节期采用根钻分层挖掘法获取,每个处理均以玉米基部为中心,垂直垄台方向水平相邻布设 3 个样点,测定深度 30~40 cm,每 10 cm 深度为一个样本(共 8~11 个),如图 2 所示。每处理取 3 株,将所获样本利用冲根器清洗,采用干燥法(精度 0.001 g)获取根系干质量及地上生物量,

计取平均值。

根质量密度

$$RD_w = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n RW_{ij}}{mV_s}$$
 (1)

式中 RD_w ——根质量密度, g/cm³
 RW_{ij} ——每株每层土体中根系质量, g
 n ——第 j 株的总根数
 m ——测定株数 V_s ——土壤体积, cm³

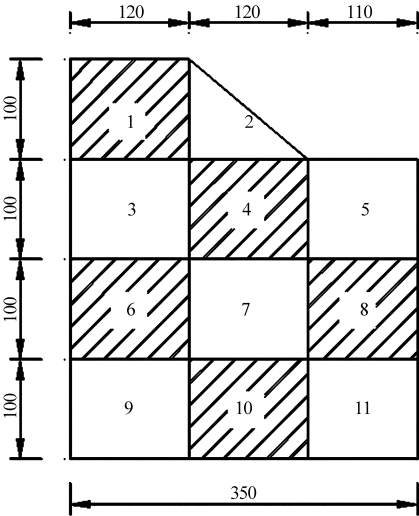


图 2 玉米根系取样分布图(单位:cm)
Fig.2 Sampling distribution of maize root

1.4 数据处理与分析

采用 Microsoft Excel 2010 及 Surfer 8.0 进行数据计算及图形绘制,采用 SPSS 11.0 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖模式对玉米生物量及根冠比的影响
植物地下部根系与地上部植株是根系信号系统的载体与桥梁,根系产生根源信号可直接传输到地上部分对植株发生调控作用,也可以通过产生根际效应间接调控及影响植物生长,因此适宜的生长环境有利于形成良好的根冠关系,促进健康植株形成,进而确保作物获得稳产、高产。根冠比是根冠关系量化体现的一种直观表达形式,其随着环境、生长发育及栽培模式不同而具有一定的差异性,进而导致根系及地上生物量发生相应的改变。

不同处理下玉米根、茎叶生物量变化如图 3、图 4 所示,从图中可以看出不同的覆盖方式均可以提高玉米根、茎叶生物量,但不同处理间表现各异。2013 年春季回暖较晚为满足玉米生长期需要种植早熟品种,导致两年地上及地下生物量具有一定差异,但总体上各处理长势呈现一定规律性。经 SPSS 分析可知拔节前期各处理地上生物量及根冠比呈显著差异(茎叶 $P < 0.01$,根冠比 $P < 0.05$);而拔节后期该差异不显著(茎叶和根冠比均 $P > 0.05$)。由采集数据可知拔节前期 NTR 与 NTF 处理下茎叶生长均无优势,平均低于对照 CK 52.69% ~ 12.45%,STS 与 NTS 处理茎叶质量略高于对照 CK 2.33% ~ 6.84%。根冠比各处理全部高于对照 CK,平均高 14.93% ~ 58.48%。拔节后期根、茎叶都大幅上涨,地上生物量及根冠比分别较对照 CK 提高 1.56% ~ 5.48% 和 10.38% ~ 32.74%。这是因为:玉米地上茎叶生物量的形成依靠根源信号调控,玉米根系生存环境直接影响根系调控作用,免耕覆盖及残茬覆盖分别由于耕层温度和水分的不利导致根系生长受限,进而导致地上生物量生长不如对照传统耕作。随着气温的回升和降水的及时补给,拔节后期各处理耕层水、热、肥均能满足茎叶蒸腾和营养生长的需要,因此地上生物量及根系长势均高于传统耕作。2012 年及 2013 年拔节期各处理根冠比都得到了提高,且拔节前期 NTR 效果显著,拔节后期则 STS 优势显著。5 种处理中 STS 经过表层耕作后孔隙度高于其他处理,更利于秸秆腐化形成养分及墒情稳定,且土壤中含氧量高能确保玉米根系维持较高数量及活性,因此有利于后期根冠比的提高,而其他处理尽管能满足根系生长对土壤水分的要求,但由于耕层中氧气含量减少,根冠比长势略受影响。

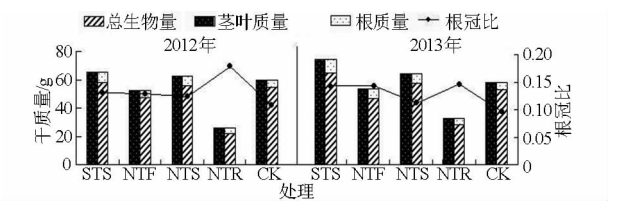


图 3 拔节前期玉米根、茎叶质量及根冠比变化
Fig. 3 Changes of weight in maize rhizome and root-shoot ratio in early elongation stage

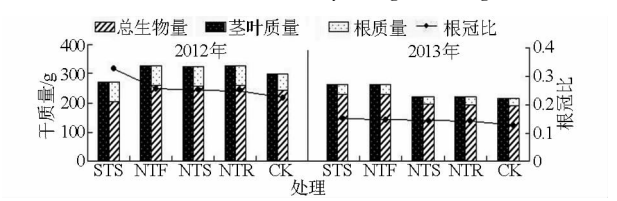


图 4 拔节后期玉米根、茎叶质量及根冠比变化
Fig. 4 Changes of weight in maize rhizome and root-shoot ratio in later elongation stage

2.2 不同覆盖模式对玉米根系特征参数影响

根系不仅是作物赖以生存的基础,具有固定植株、吸收和输导作物生长发育需要的水分及养分、贮藏并合成有机物质的重要功能,是增产、稳产的保障。拔节期是提升植株功能性和改善作物品质及产量的关键期。而环境因子将直接影响该时期作物根系的分布、形态特征及吸水能力。根质量密度是较为容易准确获取的有效反映根系时空分布状况的重要指标,2012—2013 年根质量及二维根质量密度分布如图 3 ~ 图 5 所示,玉米根质量密度空间分布呈现出一定规律性。各处理根质量密度由植株茎基处为顶点以近似扇面形状向横、纵方向递减,各处理径向根质量密度均符合指数衰减规律。2013 年所测范围内根质量低于 2012 年,主要由于品种差异及该年度气温回升缓慢所致。拔节初期植株根质量主要集中在地表以下 20 cm,径向距茎基处 12 cm 的空间范围内,该区域总根质量达到整个根系 80% 以上。植株进入后期根质量密度扇形峰值由 20 cm 扩展到 40 cm,空间范围内垂向根质量增长比率高于径向。2012、2013 年拔节前期 4 种处理仅 NTR 根质量密度略低于对照 CK,2012 年 STS、NTF、NTS 分别高于对照

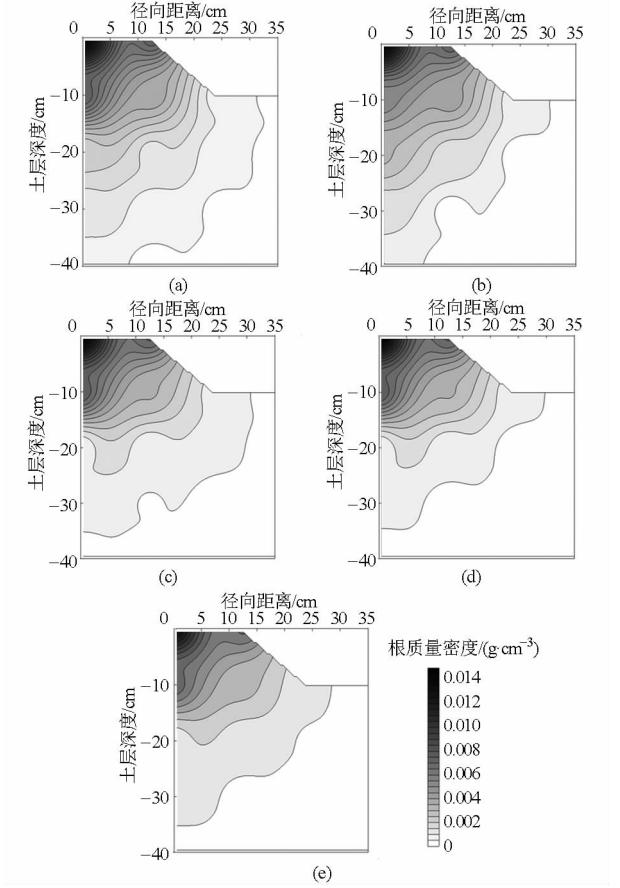


图 5 拔节期根质量密度径向分布对比(2013 年)
Fig. 5 Comparison of root weight density distribution of maize in jointing stage(2013)
(a) STS (b) NTF (c) NTS (d) NTR (e) CK

照 CK 28.67%、12.97%、17.04%，2013 年分别高于对照 CK 83.20%、31.16%、26.41%。而拔节后期 4 种处理根质量密度差异减小，但均高于对照 CK，2012 年 STS、NTF、NTS、NTR 分别高于对照 CK 22.85%、21.64%、18.97%、17.91%，2013 年分别高于对照 CK 41.86%、22.14%、13.95%、12.29%。以上数据表明试验设计的 4 种耕作方式都对拔节期玉米根质量密度及分布特征具有一定影响，拔节前期仅 NTR 处理效果不佳。该差异产生的原因为：试验区春季气温回暖较慢且 NTR 覆盖度较高不利于吸收太阳辐射。其他处理因覆盖具有抑制土壤蒸发的作用使得长势优于传统耕作。随着生育期的推延和气温的上升，水分逐渐成为玉米营养生长的关键因子，不同覆盖措施的集雨增墒优势差异逐渐体现，导致各处理玉米根系生物量均高于传统耕作。随着须根系中较多的气生根的快速生长，覆盖模式间接导致的根质量差异越发明显。此外 STS 在有机质有效性方面也最具有优势，因此其根系生物量最高。总体上各处理均对玉米根系生物量的增长具有积极作用。

2.3 不同覆盖模式对玉米产量及水分利用效率的影响

玉米产量及其经济性状是覆盖方式对土壤水、

肥、热及作物生长发育性状影响的最终体现。对不同覆盖方式玉米产量及其构成因素成果进行对比分析，结果如表 2 所示。如前所述，两年气象状况及玉米品种不同，因而导致 2013 年产量普遍低于 2012 年产量。两年试验各处理玉米产量与对照 CK 相比都具有不同程度的增加，但增产幅度具有一定差异。STS、NTS、NTF 及 NTR 4 种处理 2012 年增产幅度为 3.36%~12.49%，2013 年增产幅度为 2.62%~11.71%，可见覆盖对产量形成具有良好的促进作用。4 种处理两年产量均以 STS 涨幅最大，高于 10%，NTR 涨幅最小，低于 5%；百粒质量差异较小，仅 NTR 低于对照 CK 1.95%~2.15%，说明地表覆盖度与产量并未呈现正相关性，而表层耕作与覆盖措施相结合可使其水、热、肥优势得以更加充分的发挥，为玉米生长发育提供有力的生长环境，使得增产效果明显。如表 3 所示各处理玉米产量与根质量回归方程均具有统计学意义，STS、NYS 及 NTF 处理玉米产量与根质量决定系数分别为 0.712、0.645、0.632 大于对照 CK 玉米产量与根质量决定系数，而 NTR 低于对照。说明产量与玉米根质量具有较好的相关关系，整秆覆盖模式对玉米产量影响微弱，其他处理对玉米产量影响效果明显，覆盖模式不同引起的根系变化也是导致产量差异的原因。

表 2 玉米产量及水分利用效率比较
Tab.2 Comparison of yield and water use efficiency with different treatments

处理	2012 年				2013 年			
	百粒质量/ g	产量/ (kg·hm ⁻²)	耗水量/ mm	水分利用效率/ (kg·m ⁻³)	百粒质量/ g	产量/ (kg·hm ⁻²)	耗水量/ mm	水分利用效率/ (kg·m ⁻³)
STS	38.50	10 382.90	418.01	2.48	37.18	10 153.63	439.76	2.31
NTS	37.01	10 271.26	419.50	2.45	36.87	10 007.87	435.73	2.30
NTF	36.90	10 021.77	423.71	2.37	36.87	9 969.14	445.50	2.24
NTR	35.91	9 540.23	413.17	2.31	34.44	9 327.83	436.12	2.14
CK	36.70	9 229.73	419.25	2.20	35.12	9 043.94	440.09	2.06

此外从耗水量及水分利用效率来看(表 2)，各处理耗水量差异并不明显，但水分利用效率差异显著($P=0.047<0.05$)。这主要源于土壤蒸发及作物蒸腾是整个生育期田间耗水量的组成因子，拔节前期 NTR 覆盖度高，抑制蒸发效果明显，但随玉米生育期推进由长势优劣所引起的植株蒸腾差异逐渐将其抵消，最终导致整个生育期各处理田间耗水量差异较小($P>0.05$)。对 2012 年与 2013 年不同覆盖方式下水分利用效率进行分析，STS、NTS、NTF 及 NTR 均大于 CK，平均增加 4.22%~12.31%。各处理水分利用效率由高到低依次为：STS>NTS>NTF>NTR>CK。可见植株蒸腾量大是高产的保证，4 种模式均可以通过覆盖方式改善土壤墒情及

通气条件、增产节水效果明显，对提高水分利用效率有很好的促进作用。

表 3 玉米产量(Y)与根质量(x)相关性分析对照
Tab.3 Correlation analysis of output (Y) and root weight (x)

处理	回归方程	决定系数 R^2	显著水平 P
STS	$Y = 125.601 + 8.936x$	0.712	0.008
NTS	$Y = 168.264 + 5.165x$	0.645	0.015
NTF	$Y = 173.518 + 2.918x$	0.632	0.020
NTR	$Y = 114.827 + 10.219x$	0.439	0.047
CK	$Y = 230.626 + 1.582x$	0.560	0.033

3 结论

(1)覆盖耕作方式地上生物量及根冠比在拔节

前期呈现显著差异 ($P < 0.05$)，拔节后期该差异不显著 ($P > 0.05$)。拔节前期 NTR 与 NTF 地上生物量受到覆盖及免耕影响长势不及 CK 处理。但 4 种覆盖模式分别可提高拔节前、后期玉米根冠比 4.93% ~ 58.48% 和 10.38% ~ 19.62%。此外 STS 分配至根的同化物多，根系相对发达，整个拔节期地上生物量及根冠比均为最高。

(2) 覆盖耕作措施在玉米根系生长上存在正效应，各处理根系在平面上呈扇形分布，主要集中在地表以下 40 cm，径向距茎基处 12 cm 的空间范围内。覆盖处理对拔节前期根质量影响差异显著 ($P < 0.05$)，拔节前期仅 NTR 处理根质量生长受到限制，拔节后期各处理长势均高于对照 CK，且 STS 根质量密度最大。此外 NTR 表层根系长势较好，NTS 及

STS 则对根系径向伸展及形成深层根系具有较好效果，NTF 对茎间根系延展具有一定促进作用但效果不显著。

(3) 覆盖耕作模式均有助于产量及水分利用效率的提高，其中 STS 处理相比对照增产及提高水分利用效率效果最为显著，增产 11.71% ~ 12.49%，百粒质量增加 5.86% ~ 4.91%，水分利用效率提高 11.80% ~ 12.83%。此外，覆盖耕作模式下玉米产量与根质量具有较好的相关关系，适当的覆盖措施有利于促进根系及产量形成。

(4) 现有试验条件下浅松覆盖模式在前控后助、增产及水分利用效率等方面效果最佳，是一种东北寒旱地区玉米理想的耕作方式。

参 考 文 献

- 邵立民. 黑龙江省实施千亿斤粮食产能巩固提高工程的对策和措施[J]. 农业经济与管理, 2011(4): 15 - 19.
Shao Limin. Countermeasures and measures on consolidating and improving grain production total amount being one thousand tons in Heilongjiang Provinc[J]. Agricultural Economics and Management, 2011(4): 15 - 19. (in Chinese)
- 高玉红, 郭丽琢, 牛俊义, 等. 栽培方式对玉米根系生长及水分利用效率的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(2): 210 - 216.
Gao Yuhong, Guo Lizhuo, Niu Junyi, et al. Effect of cultivation pattern on growth of maize root and water use efficiency[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2012, 20(2): 210 - 216. (in Chinese)
- Huang Gaobao, Chai Qiang, Feng Fuxue, et al. Effects of different tillage systems on soil properties, root growth, grain yield, and water use efficiency of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in arid northwest China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2012, 11(8): 1286 - 1296.
- 刘志刚, 王纪章, 徐云峰, 等. 基质配方和灌溉方式对生菜根系和产量的影响[J]. 农业机械学报, 2014, 45(2): 156 - 160.
Liu Zhigang, Wang Jizhang, Xu Yunfeng, et al. Lettuce yield and root distribution in substrates under drip irrigation and micro-sprinkler irrigation [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014, 45(2): 156 - 160. (in Chinese)
- 刘志刚, 王纪章, 徐云峰, 等. 不同灌溉方式下生菜根系生长模型研究[J]. 农业机械学报, 2014, 45(4): 284 - 288.
Liu Zhigang, Wang Jizhang, Xu Yunfeng, et al. Root growth model of lettuce under different cultivation substrates and irrigation modes[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014, 45(4): 284 - 288. (in Chinese)
- 武阳, 王伟, 黄兴法, 等. 亏缺灌溉对成龄库尔勒香梨产量与根系生长的影响[J]. 农业机械学报, 2012, 43(9): 78 - 83.
Wu Yang, Wang Wei, Huang Xingfa, et al. Yield and root growth of mature korla fragrant pear tree under deficit irrigation[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(9): 78 - 83. (in Chinese)
- 解文艳, 樊贵盛, 周怀平, 等. 秸秆还田方式对旱地玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 农业机械学报, 2011, 42(11): 60 - 67.
Xie Wenyan, Fan Guisheng, Zhou Huaiping, et al. Effect of straw-incorporation on corn yield and water use efficiency in arid farming areas[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(11): 60 - 67. (in Chinese)
- 蔡太义, 贾志宽, 黄耀威, 等. 不同秸秆覆盖量对春玉米田蓄水保墒及节水效益的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(增刊 1): 238 - 243.
Cai Taiyi, Jia Zhikuan, Huang Yaowei, et al. Effect of different straw mulch rates on soil water conservation and water-saving benefits in spring maize field[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(Supp. 1): 238 - 243. (in Chinese)
- 张立强, 汪有科, 员学锋, 等. 不同水分状况下秸秆覆盖量对玉米根、冠生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(5): 46 - 51.
Zhang Liqiang, Wang Youke, Yuan Xuefeng, et al. Effect of straw mulching quantities on the growth of root and canopy of maize canopy of mазie under different water condition[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2007, 25(5): 46 - 51. (in Chinese)
- 高茂盛, 廖允成, 李侠, 等. 不同覆盖方式对渭北旱作苹果园土壤贮水的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(10): 2080 - 2087.
Gao Maosheng, Liao Yuncheng, Li Xia, et al. Effects of different mulching patterns on soil water-holding capacity of non-irrigated apple orchard in the Weibei plateau[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(10): 2080 - 2087. (in Chinese)
- Martínez E, Fuentes J P, Silva P, et al. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile [J]. Soil and Tillage Research, 2008, 99(6): 232 - 244.
- Bu Lingduo, Liu Jianliang, Zhu Lin, et al. The effects of mulching on maize growth, yield and water use in a semi-arid region[J]. Agricultural Water Management, 2013, 123(5): 71 - 78.

13 Zhao Yonggan,Pang Huancheng,Wang Jing,et al. Effects of straw mulch and buried straw on soil moisture and salinity in relation to sunflower growth and yield[J]. Field Crops Research,2014,161(5):16 – 25.

14 Arora V K,Singh C B,Sidhu A S,et al. Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture[J]. Agricultural Water Management,2011,98(2):563 – 568.

15 Mulumba L N,Lal R. Mulching effects on selected soil physical properties[J]. Soil and Tillage Research,2008,98(1):106 – 111.

Effect of Straw Mulching Mode on Maize Physiological
Index and Water Use Efficiency

Wang Kexin¹ Fu Qiang¹ Jiang Xin² Zhang Xiaoping²

(1. School of Water Conservancy & Civil Engineering, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China
2. Water Conservancy and Hydropower Survey Design Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150001, China)

Abstract: The object of this study was to explore the high quality and yield cultivation mode for maize in the north drought region. The impacts of different straw mulching modes in different growth stages on maize root-shoot ratio, root temporal and spatial distribution, surface biomass, yield and water use efficiency were analyzed through field contrast experiments from 2012 to 2013. There were a conventional tillage and four straw mulching modes in the experiments, which were surface tillage with straw mulching, no-tillage with straw mulching on furrow, no-tillage with stubble mulching, and no-tillage with straw mulching on ridge and furrow. SPSS statistics software was adopted to conduct significance analysis for data of jointing stage and harvesting stage respectively. The results showed that different straw mulching farming modes had significant effect on the control and support in root, root-shoot ratio and earth surface biomass, obvious effect in the early jointing stage. In addition, no-tillage with straw mulching on ridge and furrow was inferior to conventional tillage. But the other four kinds mulching models were better than comparison for 1.56% ~ 5.48% in growth of earth surface biomass, higher than comparison for 15.10% ~ 32.36% in root weight density, and higher than comparison CK for 10.38% ~ 32.74% in root-shoot ratio. The yield and utilization efficiency of water were respectively higher than comparison for 10.38% ~ 32.74% and 4.22% ~ 12.31%. Surface tillage with straw mulching was an ideal cultivation method for cold and arid regions of North China, which had significantly advantages in growth of root formation, yield increase and water availability.

Key words: Straw mulching Root Root-shoot ratio Maize Cold and arid regions