

秸秆覆盖与施氮量对冬小麦氮素利用的影响

河北省阜城县农业农村局 李君丽

摘要: 秸秆还田技术是保护环境、促进农业可持续发展的战略决策, 逐渐被作为一项培肥地力的增产措施使用。为了给秸秆覆盖条件下配施氮肥促进小麦增产, 提高氮素吸收利用提供理论依据, 2019—2020年在河北省衡水市阜城县对寨村县农业局示范田进行了试验。试验以秸秆覆盖(A1)和无秸秆覆盖(A0)为主处理, 以不同的氮肥施用量(0, 120, 180, 240kg/hm²)为副处理, 进行二因素裂区试验设计。

关键词: 秸秆覆盖; 氮肥; 冬小麦

小麦作为世界上分布最广的粮食作物之一, 在生产中占有举足轻重的地位。氮肥作为小麦生长发育的营养元素之一, 氮肥利用率并不是很理想。我国作物生产中氮肥利用率只有28%~41%, 平均仅为35%, 氮肥经济效益并没有得到充分发挥。

由于环保的原因, 作物秸秆禁止焚烧, 逐渐被机械粉碎还田。据统计2018年, 我国秸秆还田面积已达到5.13×10⁷公顷, 占全国农作物种植面积的30.9%。植物秸秆中富含大量的有机质和作物生长所需的氮、磷、钾等营养成分, 秸秆还田不仅可以增加土壤有机质含量, 改善土壤结构, 增强土壤保墒蓄水能力, 有利于提高作物产量, 还可以作为肥料代替化肥使用, 降低作物生产成本, 减少化肥对生态环境的负面影响。但也有研究发现, 作物秸秆直接施入土壤中, 微生物的分解需要一部分有效氮, 影响作物土壤氮素的供给, 造成秸秆分解和作物生长争氮矛盾。

秸秆还田与施氮量相结合对作物的影响研究还不多, 研究结论也存在一定的差异。本文通过研究秸秆覆盖与施氮量对冬小麦氮素吸收利用的影响, 以期探寻秸秆还田与施氮量的最优组合, 为秸秆还田种植模式下合理施用氮肥提高作物氮素利用吸收、促进小麦增产提供理论依据。

一、材料与方法

(一) 试验地概况

本试验于2019—2020年在河北省阜城县对寨村县农业局示范田进行。试验品种为冀丰703, 该品种为多穗型品种, 成穗率高, 具有抗病抗倒伏, 后期耐干热风耐高温的特点。试验地前茬为玉米, 土壤质地为中壤土, 耕层土壤有机质含量为16.2g/kg, 土壤反应偏碱性, 全氮含量1.15g/kg、碱解氮含量88mg/kg、速效磷含量22.5mg/kg、速效钾含量186mg/kg。

(二) 试验设计

试验采用二因素裂区设计, 主因素为秸秆覆盖A, A0为秸秆不覆盖, A1为秸秆覆盖, 用玉米联合收割机对夏玉米秸秆进行处理, 秸秆粉碎长度小于5cm, 均

匀覆盖于试验小区内; 副因素为施氮量N, 分为4个水平, N0为0, N1为120kg/hm², N2为180kg/hm², N3为240kg/hm²。共8个处理组合, 重复3次, 小区面积30m², 完全随机排列。小麦播种时间为2019年10月9日, 2020年6月10日收获。采用免耕开沟点播, 播种前、拔节期和开花期分别浇水60mm。试验所用氮肥为普通尿素(含氮量46%), 作为基肥和拔节期追肥分别施入, 基追比4:6。除覆盖与否和氮素施用量两因素不同外, 其余田间管理均与大田小麦田间管理一致。

播种后在小麦三叶期观察基本苗, 选取长势均匀的1m×6m行的区域面积进行小麦后期群体动态调查。成熟期随机选取30个单茎, 选用茎、叶、穗轴+颖壳、籽粒。

(三) 测定项目与方法

1. 播前土壤样品测定。在示范田随机选取几个试验点, 采集0~1m的土样, 每20cm为一层采取土样, 将干样通风保存, 用微型土壤粉碎机粉碎, 进行土壤基础地力测定。土壤有机质、全氮、无机态氮、速效磷、速效钾的测定, 分别用重铬酸钾法、半微量凯氏定氮法、AutoAnalyzer3型连续流动分析仪、0.05mol·L⁻¹NaHCO₃溶液浸提-紫外分光光度计比色法、1mol·L⁻¹NH₄Ac溶液浸提-火焰光度计法。

小麦成熟期在各试验小区划定一个面积为3m²(2.0m×6m行, 包含一个边行)的区域用于小麦产量的测定, 区域内小麦长势要均匀一致。用人工剪将区域内所有麦穗剪下来, 予以脱粒处理, 籽粒风干后调整含水量为13%(干物质含量为88%; t/hm²), 并选择均匀的籽粒进行千粒重测量。在划定的单位面积动态观察区计算小麦穗数。长势均匀区域随机抽取30个单穗, 确定每穗粒数。

2. 植株氮积累量的测定。在开花期和成熟期, 每个小区分别采集长势均匀的30株小麦单茎, 按茎、叶、穗轴+颖壳、籽粒分开, 于105℃杀青30min, 80℃烘干至恒重, 称取干重, 用微型植物粉碎机粉碎, 过100目筛, 用浓H₂SO₄和催化剂(CuSO₄·5H₂O:K₂SO₄=1:5)消煮, 半微量凯氏定氮法测定各器官氮含量。

二、结果与分析

(一) 秸秆覆盖与施氮量对冬小麦产量的影响

从研究数据看, 秸秆覆盖条件下小麦平均产量 7330.16kg/hm², 未覆盖处理下平均产量为 7317.45kg/hm², 可见秸秆覆盖对小麦增产有一定的促进作用, 但是效果不是很明显。从表 1 中可以看出, 在施氮量相同的条件下, 秋闲期秸秆覆盖小麦穗数和麦穗籽粒数均比无秸秆覆盖情况下数量多, 但差异不显著, 说明秸秆覆盖对小麦增产有一定的促进作用。随着施氮量的增加, 无论秸秆覆盖与否, 小麦穗数和穗粒数均呈现增长趋势, 在施 N3 条件下达到最大。穗数的平均增幅分别为 10.64%、5.91%、3.66%; 麦穗粒数的平均幅度分别为 3.47%、1.12%、1.08%; 说明增施氮肥会影响小麦产量构成因素的增加, 从而促使小麦产量的提高。对不同施氮量下小麦籽粒产量进行回归分析可知, 秸秆覆盖条件下的氮肥效应曲线与无秸秆覆盖条件下的氮肥效应曲线在施氮量为 146kg/hm² 存在交点。低于该施氮量时, 秸秆覆盖小麦产量低于无秸秆覆盖小麦产量, 主要是由于秸秆在分解初期微生物的数量大、活性强, 需要更多的氮素, 会消耗部分土壤养分, 小麦可以利用的养分减少, 导致小麦产量较低。施氮量高于该值时, 秸秆覆盖小麦产量增加, 而且随着施氮量的增加, 小麦产量增加得更明显。

表 1 秸秆覆盖与施氮量对小麦产量及产量结构的影响

处理	穗数(×104/ hm ²)	穗粒数(个/ 穗)	千粒重(g)	产量(kg/ hm ²)
A0N0	489cA	34.6aA	42.7cA	6863.35cA
A0N1	541bcA	35.8aA	40.2abA	7195.84bcA
A0N2	573bcA	36.2aA	39.3aA	7481.21bcA
A0N3	594abA	36.8aA	37.8bcA	7584.38abA
A1N0	496cA	35.2bA	42.3aA	6785.43cA
A1N1	539bA	35.4aA	40.3abA	7151.12bA
A1N2	589bA	36.9aA	38.3abA	7541.46bA
A1N3	619abA	37.3AA	36.5cA	7654.63bA

注: A0-无秸秆覆盖, A1-秸秆覆盖; N0-施氮量 0, N1-120, N2-180, N3-

240。

(二) 秸秆覆盖与施氮量对冬小麦各器官氮素积累量的影响

由表 2 可以看出, 秸秆覆盖与施氮量对小麦开花期各器官的氮素积累量都有较显著的影响。

随着施氮量的增加, 小麦各器官氮素积累量都呈现增长的趋势。在开花期, 小麦叶子的氮素积累量高于茎和穗轴+颖壳的氮素积累量, 穗轴+颖壳的氮素积累量最低。相同施氮量条件下, 开花期和成熟期各器官的氮素积累量秸秆覆盖大于无秸秆覆盖, 说明秸秆覆盖有利于作物的氮素积累。

在成熟期, 随着施氮量的增加小麦各器官的氮素积累也随之增加。与开花期相比, 成熟期茎、叶的氮素积累量均低于开花期氮素积累量, 出现先增加后降低的趋

势; 小麦穗的氮素积累高于开花期, 呈现增加趋势, 说明随着小麦不断生长, 氮素积累在各器官间进行了转移, 前期主要为营养生长, 后期主要为生殖生长。开花期无秸秆覆盖处理对小麦各器官氮素积累均显著高于秸秆覆盖处理; 成熟后期, 无秸秆覆盖处理对小麦茎的氮素积累显著高于秸秆覆盖处理, 而叶子的氮素积累是相反的结果, 对穗轴+颖壳的影响较小, 说明在小麦不同的生育阶段, 秸秆覆盖处理与无秸秆覆盖处理对小麦各器官氮素积累影响不同。有研究认为, 秸秆覆盖处理在小麦生育前期有抑制作用, 在后期会促进小麦生长。

表 2 秸秆覆盖与施氮量对冬小麦各器官氮素积累量的影响

处理	开花期氮素积累量(kg/ hm ²)			成熟期氮素积累量(kg/hm ²)			
	茎	叶	穗轴+ 颖壳	茎	叶	穗轴+ 颖壳	籽粒
A0N0	5.9d	10.8a	4.34a	1.86f	1.36c	1.2c	32.9c
A0N1	6.13c	11.43b	4.21ab	2.55bc	1.78b	1.35c	33.19b
A0N2	6.33b	11.58b	4.15ab	2.79bc	2.01b	1.67b	33.29b
A0N3	6.43b	11.72a	4.08c	3.29b	2.32a	1.86b	33.58a
A1N0	6.02cA	11.01cA	4.25aA	2.01dA	1.46cA	1.42cA	33.15bA
A1N1	6.19bA	11.52bA	4.13bA	2.83cA	1.95bA	1.54cA	33.46bA
A1N2	6.47bA	11.69aA	4.06cA	3.24bA	2.37aA	1.78bA	33.71aA
A1N3	6.6aA	11.78aA	4.06cA	4.06aA	2.64aA	2.05aA	33.86aA

(三) 秸秆覆盖与施氮量对冬小麦氮素吸收利用的影响

冬小麦氮素利用效率随着施肥量的不断增加逐渐降低, 秸秆覆盖条件下氮素的利用效率均高于无秸秆覆盖处理, 说明秸秆覆盖可以提高氮素利用效率。与无秸秆覆盖处理相比, 秸秆覆盖条件下, N0、N1、N2、N3 不同施氮量小麦氮素利用效率分别增加 12.08%、2.99%、0.21%、0.56%, 除 N0 条件下氮素利用率达到显著水平, 其他施氮量处理均未达到显著水平。同一施氮量下, 氮素收获指数秸秆覆盖均高于无秸秆覆盖。在 N3 条件下, 秸秆覆盖显著提高了小麦氮素收获指数, 提高比例为 2.06%, 在 N0 水平下, 秸秆覆盖与无秸秆覆盖相比氮素收获指数影响不大。

三、讨论

(一) 秸秆覆盖与施氮量对冬小麦产量的影响

本田间试验表明, 秸秆覆盖与高施氮量搭配处理对小麦产量有一定的促进作用。秸秆覆盖与无秸秆覆盖处理下氮肥的效应曲线在施氮量为 146kg/hm² 时存在交点。当施氮量小于 146kg/hm² 时, 秸秆覆盖不但不会使小麦产量增长, 反而会促使小麦减产; 当施氮量高于该值时, 秸秆覆盖处理小麦产量高于无秸秆覆盖。对此李晓(2016)等研究认为, 秸秆在被土壤中的微生物分解时会消耗一定的氮素, 如果秸秆覆盖后不及时施用氮肥会导致土壤中的氮素不足, 不能满足小麦生产对氮素的需求, 从而导致小麦减产。Zhang. et al. (2009) 研究认为秸秆覆盖提高了土壤的保墒能力, 在小麦生长前期贪图营

养生长，影响了后期的生殖生长，最终导致小麦收获指数较低。

此外，随着氮肥施用量的不断增加，小麦穗数、粒数和产量都有所增加，这与以往学者开展的氮肥施用量对小麦产量的影响研究结果一致。氮肥的施用提高了小麦的穗数和粒数，与小麦产量的变化趋势一致，而千粒重随着氮肥的施用呈现降低的趋势，与小麦产量的变化相反，说明影响小麦产量构成因素主要是穗数和粒数。秸秆覆盖配施氮肥比单施氮肥处理，单面积小麦穗数更多，主要是因为秸秆覆盖提高了土壤养分，促进小麦生长，对小麦产量的构成因素起到了影响作用。

（二）秸秆覆盖与施氮量对冬小麦各器官氮素积累量的影响

研究结果显示，秸秆覆盖与施氮量增加了冬小麦各器官氮素积累量，主要是因为秸秆覆盖配施氮素，当秸秆腐解时，促进了土壤中微生物的活性，增加了土壤的养分，有利于冬小麦对氮素的吸收利用，同时由于秸秆的存在降低了后期追施氮肥的淋溶损失，改善土壤环境，利于氮素的积累。研究发现，随着施氮量的增加，小麦茎、叶、穗轴+颖壳、籽粒的氮素积累量都呈现逐渐增加趋势，在N3水平下达到最大。这与以往研究结果：冬小麦产量、植株地上部分氮素积累量和干物质军水施氮量增加而显著增加相符。开花期小麦茎和叶片中氮素积累量高于成熟期叶片氮素积累量，呈现逐渐下降的趋势，穗轴+颖壳和籽粒的氮素积累量，成熟期高于开花期，说明随着小麦的生长各营养器官的氮素逐渐向生殖器官转移这符合小麦生长规律。朱新开（2005）的研究结果得出，小麦氮素含量是一个不断累积的过程，到成熟期小麦植株内吸收的氮素达到整个生育期的最大值。

（三）秸秆覆盖与施氮量对冬小麦氮素利用效率的影响

试验结果表明，随着施氮量的增加，冬小麦氮素利用效率会降低，无论秸秆还田与否，氮肥利用率都随施氮量的增加而降低。

实验结果还显示，与无秸秆覆盖相比，氮素利用效率和氮收获指数在秸秆覆盖处理下有所提高。前人研究认为秸秆覆盖提高了土壤阳离子交换量，有利于减少肥料的流失，使氮肥利用率增加。而且秸秆本身分解所释放的氮素，增加了作物的实际供氮量，并且在分解过程中微生物活动可以改善土壤性状，促进作物根系的生长，从而提高氮素利用率。

四、结论

本文主要研究秋闲期秸秆覆盖与施氮量对冬小麦氮

素利用吸收的影响。分别从秸秆覆盖与施氮量对小麦产量、各器官氮素积累量和氮素利用效率几个方面进行了分析，为秸秆覆盖与施氮量的交互作用提供了依据。根据试验结果得出：秸秆覆盖搭配合理的施氮量可以增加小麦产量。随着氮肥施用量的不断增加，小麦穗数和粒数都有所增加，而千粒重随着施氮量增加而降低。秸秆覆盖与施氮量增加了冬小麦各器官氮素积累量。随着施氮量的增加，小麦各器官氮素积累量都呈现逐渐增加趋势，到成熟期小麦植株内吸收的氮素达到整个生育期的最大值。并且随着小麦的生长，各营养器官的氮素逐渐向生殖器官转移。无论秸秆覆盖与否，氮肥利用率都会随着施氮量的增加而降低。适量氮素水平下，秸秆覆盖会提高氮素利用效率和氮收获指数。