

刈割时期和留茬高度对水稻饲草产量、品质及籽粒产量的影响

彭廷¹,王童童¹,李玲子²,陈亚蓝³,静莉丽¹,王家琪¹,王成章⁴,张静¹,滕永忠⁵,赵全志¹

(1. 河南粮食作物协同创新中心/河南省水稻生物学重点实验室/河南农业大学,河南 郑州 450046;

2. 河南省农业广播电视台学校,河南 郑州 450008; 3. 信阳农林学院,河南 信阳 464006;

4. 河南农业大学 牧医工程学院,河南 郑州 450046; 5. 河南省农业科学院 农业经济与信息研究所,河南 郑州 450002)

摘要:为缓解畜牧业发展所需饲草与粮食生产争地的严峻形势,开发水稻粮饲兼用种植模式,采用裂区设计,设置头季水稻刈割时期(抽穗开花期、灌浆期和蜡熟期)为主区,留茬高度(25 cm、35 cm 和 45 cm)为副区,研究了头季水稻刈割时期和留茬高度对头季干饲草和青贮饲草产量和品质及再生稻籽粒产量的影响。结果表明,随着头季水稻刈割时间的推迟,头季干饲草和青贮饲草产量均呈逐渐增加的趋势,再生稻籽粒产量呈逐渐减小的趋势;随着头季水稻刈割时留茬高度的增加,头季干饲草和青贮饲草产量均呈逐渐减小的趋势;抽穗开花期刈割留茬高度越低再生稻籽粒产量越高,而灌浆期和蜡熟期刈割留茬高度越高再生稻籽粒产量越高。抽穗开花期刈割头季水稻干饲草品质最优,蜡熟期刈割头季水稻青贮饲料品质最优,均达优质一级标准。综上,该种植方式创新了2种水稻栽培模式:一是以再生稻米为主、优质饲草为辅,在水稻抽穗开花期刈割,25 cm 留茬高度可收获优质一级干饲草 10.51 t/hm²,再生季可收获稻米 10.58 t/hm²;二是以优质饲草为主、再生稻米为辅,在蜡熟期刈割,25 cm 留茬高度可收获优质一级青贮饲草 34.66 t/hm²,再生季可收获稻米 4.21 t/hm²,是实现种植业和养殖业有机融合的新途径。

关键词:水稻; 刈割时期; 留茬高度; 再生稻; 饲草; 青贮; 产量; 品质

中图分类号: S511 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2020)02-0027-07

Effect of Clipping Stage and Stubble Height on Quality and Yield of Herbage and Grain Yield of Ratoon Rice

PENG Ting¹, WANG Tongtong¹, LI Lingzi², CHEN Yalan³, JING Lili¹, WANG Jiaqi¹,
WANG Chengzhang⁴, ZHANG Jing¹, TENG Yongzhong⁵, ZHAO Quanzhi¹

(1. Collaborative Innovation Center of Henan Grain Crops/Key Laboratory of Rice Biology in Henan Province/Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China;

2. Henan Agricultural Radio and Television School, Zhengzhou 450008, China;

3. Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464006, China;

4. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China;

5. Institute of Agricultural Economics and Information, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to alleviate the serious situation of land used for growing food and herbage crops, and develop the planting model of rice for both grain and feed, split plot design was carried out, clipping stage (heading-blooming stage, filling stage and wax maturity stage) was set as the main plot, stubble height

收稿日期:2019-11-25

基金项目:河南省水稻产业技术体系项目(S2012-04-02)

作者简介:彭廷(1985-),男,河南桐柏人,副教授,博士,主要从事水稻分子生理研究。E-mail:lypengting@163.com

通信作者:滕永忠(1970-),男,河南平舆人,副研究员,主要从事农业经济与农业技术经济研究。

E-mail:13598062882@163.com

赵全志(1968-),男,河南平舆人,教授,博士,主要从事水稻生理生态研究。E-mail:qzzhaoh@126.com

(25 cm, 35 cm and 45 cm) was set as the sub-plot, and the effect of clipping stage and stubble height on the yield, quality of dry herbage and silage of first-season rice and the grain yield of ratoon rice was studied. The results showed that the yield of dry herbage and silage of first-season rice increased, and the yield of ratoon rice decreased gradually with the delay of clipping time. Regarding to the stubble height, the yield of dry herbage and silage of the first-season rice decreased gradually with the increase of stubble height, while higher yield of ratoon rice was harvested when the lower of the stubble height in the heading-blooming stage and higher of the stubble height in the filling stage and the wax maturity stage. The quality of dry herbage clipped at heading-blooming stage and silage clipped at wax maturity stage was the best, both reaching the first grade according to the standard. Taken together, two candidate cultivation technologies of rice served as food and herbage crops are recommended. First, ratoon rice is main, and high quality dry herbage is as a supplement. In detail, when first-season rice is clipped at heading-blooming stage with 25 cm stubble height, 10.51 t/ha high-quality first-grade dry herbage and 10.58 t/ha ratoon rice will be harvested. Second, high quality silage is main, and ratoon rice is as a supplement. In detail, when first-season rice is clipped at wax maturity stage with 25 cm stubble height, 34.66 t/ha high-quality first-grade silage and 4.21 t/ha ratoon rice will be harvested. The above two cultivation technologies are new ways to realize the organic integration of planting industry and breeding industry.

Key words: Rice; Clipping stage; Stubble height; Ratoon rice; Herbage; Silage; Yield; Quality

我国是传统农业大国、人口大国,也是畜牧业大国。随着我国经济水平的不断提高,居民饮食习惯也发生改变,由以植物性食物为主向动植物性食物并重的食物消费模式转变,且植物性食品消费正向优质农产品方向转变。因此,在保障国家粮食绝对安全的基础上,如何实现优质粮食和优质畜产品的有效供给是现代农业发展的重要研究方向。2015年中央一号文件明确指出,要加快发展草牧业,支持青贮玉米和苜蓿等饲草种植,开展粮改饲和种养结合模式试点,促进粮食、经济作物、饲草三元种植结构调整发展。目前,全国各地粮改饲工作进展顺利,以养带种、多元发展的种植模式改变了传统种养观念,实现了种养结合与农牧循环,取得了显著成效^[1-3],但饲草生产与粮食生产争地的现象日益凸显。

针对畜牧业发展所需饲草与粮食生产争地的严峻形势,近年来粮饲兼用型农作物的推广应用,对粮食和饲草的协调生产意义重大。刘晓等^[4]对21个粮饲兼用型青贮玉米进行研究,认为京科青贮932和伟科106适宜作为全株青贮和粮饲兼用型玉米品种在河南地区推广种植。在冬小麦分蘖中期放牧或刈割利用,不仅能够提供一定量的优质饲草,且可以收获一定的籽粒产量^[5-7]。粮饲兼用裸燕麦、谷子新品种不断涌现^[8-9]。水稻是我国第一大粮食作物,有65%的人口以稻米为主食。2003年日本就开始了用水稻作为饲草的探索^[10],并进行了利用水稻的再生特性收获两季饲草的实践^[11-12]。已有研究证明,再生稻产量普遍低于头季水稻^[13-14],而稻米品质优于头季水稻^[15-16],但粮饲兼用型水稻种植模

式在国内外尚未见报道。为此,在温光资源允许条件下,利用再生稻稻米品质优势,开展以头季未成熟水稻用作饲草、再生稻生产优质稻米的水稻粮饲兼用种植模式研究,对推动粮饲统筹、农牧结合,提高稻农综合收益,解决食草动物饲料来源,保障畜产品有效供给具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 试验地概况及试验材料

试验于2019年在信阳市光山县北向店乡进行。前茬为空白地,土壤类型为水稻土,pH值6.8,土壤基础肥力为有机质含量38.3 g/kg、全氮含量2.97 g/kg、有效磷含量7.2 mg/kg、速效钾含量153 mg/kg。

供试水稻品种为杂交籼稻两优6326。

1.2 试验设计

试验采用裂区设计,主区为头季水稻刈割时期,设抽穗开花期(7月18日)、灌浆期(8月2日)和蜡熟期(8月12日)刈割3个处理;副区为刈割时的留茬高度,设留茬高度25 cm、35 cm和45 cm 3个处理。小区面积为8 m×10 m,3次重复。头季水稻施纯氮240 kg/hm²,基肥:蘖肥:穗肥=4:2:4,其中基肥在移栽前1 d施用,分蘖肥于移栽后7 d施用,穗肥于倒四叶期施用。N:P₂O₅:K₂O=2:1:2,磷肥作基肥一次施用,钾肥50%作为基肥、50%于倒四叶期施用。3月25日播种,4月18日机插秧,株距20 cm,行距30 cm。再生稻于刈割后当日施纯氮150 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm²。头季水稻(草)收获后,部分晾干作为干饲料,部分用于青贮,再生稻于

成熟期收获籽粒。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 再生稻生育时期 头季水稻植株收获 20 d 后,每天观察各小区再生稻生育进程,记载生育时期。

1.3.2 头季饲草和再生季稻谷产量 于头季水稻抽穗开花期、灌浆期和蜡熟期分别按照 25 cm、35 cm 和 45 cm 的留茬高度进行刈割,各处理选取 5 m² 代表性水稻整株刈割后自然晾干,称质量,计算头季干饲草产量;于头季水稻抽穗开花期、灌浆期和蜡熟期分别选取 20 m² 代表性水稻整株,按照 25 cm、35 cm 和 45 cm 的留茬高度刈割后采用秸秆切碎机将水稻植株切成小段,装入 70 cm×130 cm 青贮袋,经打捆机压缩后,避光堆放保存于青贮池内阴凉处,自然发酵 30 d 后称质量,计算头季青贮饲草产量。

成熟期,每个小区选取代表性的 5 m² 再生稻进行实打实收计产。

1.3.3 头季饲草品质 干饲草和青贮饲草中粗蛋白含量的测定参照 GB/T 6432—2018,采用凯氏定氮法进行测定;粗纤维含量的测定参照 GB/T 6434—2006,采用过滤法进行测定;粗灰分含量的测定参照 GB/T 6438—2007 的方法进行;酸性洗涤纤维含量参照 NY/T 1459—2007 的方法进行测定;中

性洗涤纤维含量参照 GB/T 20806—2006 的方法进行测定;淀粉含量参照 GB/T 20194—2018,采用旋光法进行测定。干饲草和青贮饲草中粗蛋白、粗纤维、粗灰分、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维和淀粉含量的测定均以干基计算。

1.4 数据处理

试验所得数据采用 Excel 2016 进行初步整理和分析,方差分析采用 SPSS 22.0 进行。

2 结果与分析

2.1 不同刈割时期及留茬高度对再生稻生育进程的影响

由表 1 可以看出,随着头季水稻刈割时间的延迟再生稻生育进程延后。抽穗开花期收获头季水稻(草),再生稻 10 月上旬可成熟;灌浆期收获头季水稻(草),再生稻 10 月中下旬可成熟;蜡熟期收获头季水稻(草),再生稻 10 月底 11 月初可成熟。随着头季水稻刈割时留茬高度的增加再生稻生育进程提前,头季水稻不同刈割时期 35 cm 留茬高度处理再生稻始穗期、齐穗期、成熟期较 25 cm 留茬高度处理可提前 1~4 d,45 cm 留茬高度处理较 35 cm 留茬高度处理可提前 1~2 d,45 cm 留茬高度处理较 25 cm 留茬高度处理可提前 2~5 d。

表 1 不同刈割时期及留茬高度对再生稻生育进程的影响

Tab. 1 Effect of clipping stage and stubble height on the growth process of ratoon rice

月-日

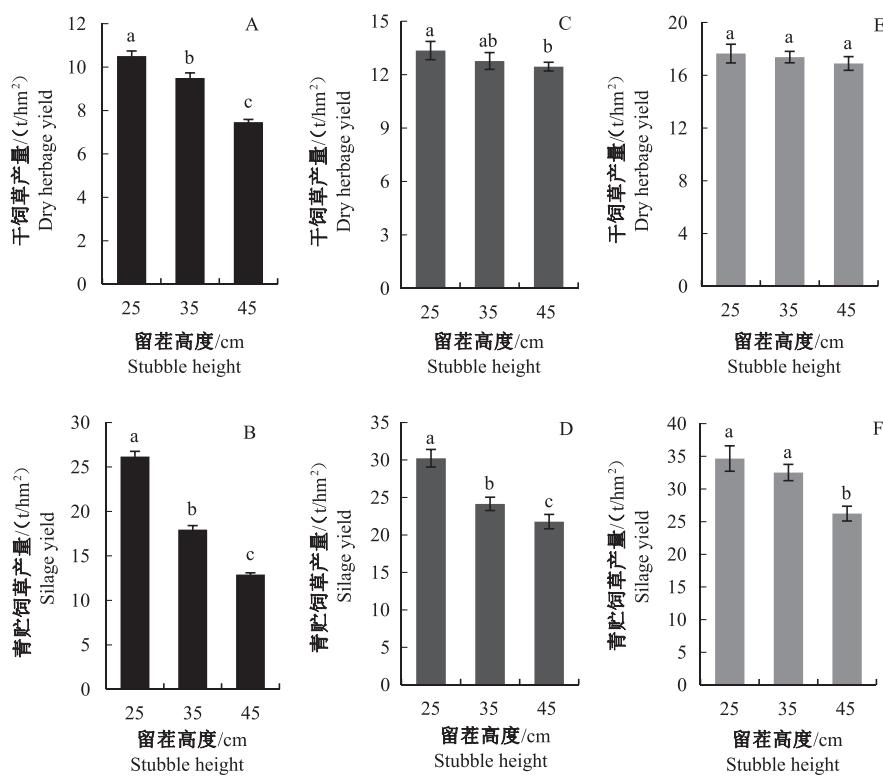
Month-day

生育时期 Growth stage	抽穗开花期刈割 Clipping at heading-blooming stage			灌浆期刈割 Clipping at filling stage			蜡熟期刈割 Clipping at wax maturity stage		
	25 cm	35 cm	45 cm	25 cm	35 cm	45 cm	25 cm	35 cm	45 cm
始穗期 Initial heading stage	08-21	08-18	08-17	09-13	09-09	09-08	09-15	09-14	09-13
齐穗期 Full heading stage	08-26	08-22	08-21	09-19	09-15	09-14	09-24	09-20	09-19
成熟期 Mature stage	10-10	10-08	10-07	10-23	10-20	10-18	11-02	10-29	10-27

2.2 不同刈割时期及留茬高度对头季水稻干饲草产量和青贮饲草产量的影响

由图 1 可知,随着头季水稻刈割时间的延迟,头季干饲草产量和青贮饲草产量均呈逐渐增加的趋势;随着头季水稻刈割时留茬高度的增加,头季干饲草产量和青贮饲草产量均呈逐渐减小的趋势。在蜡熟期刈割头季水稻,25 cm、35 cm 和 45 cm 留茬高度处理分别可收获干饲草 17.65 t/hm²、17.37 t/hm² 和 16.89 t/hm²,较灌浆期刈割相应处理分别增加 32.15%、36.09% 和 35.70%,较抽穗开花期刈割相应处理分别增加 67.93%、82.99% 和 126.24%;25 cm、35 cm 和 45 cm 留茬高度处理

分别可收获青贮饲草 34.66 t/hm²、32.52 t/hm² 和 26.22 t/hm²,较灌浆期刈割相应处理分别增加 14.66%、34.71% 和 20.44%,较抽穗开花期刈割相应处理分别增加 32.41%、81.12% 和 103.28%。在抽穗开花期刈割头季水稻,各留茬高度处理干饲草产量和青贮饲草产量间的差异均达到显著水平;在灌浆期刈割头季水稻,25 cm 和 45 cm 留茬高度处理干饲草产量差异达显著水平,各留茬高度处理青贮饲草产量差异均达到显著水平;在蜡熟期刈割,25 cm 和 35 cm 留茬高度处理青贮饲草产量显著高于 45 cm 留茬高度处理,增产幅度分别为 32.17% 和 24.01%。



A—B: 抽穗开花期刈割; C—D: 灌浆期刈割; E—F: 蜡熟期刈割; 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$) , 下同

A—B: Chipping at heading-blooming stage; C—D: Chipping at filling stage; E—F: Chipping at wax maturity stage;

Different lowercase letters mean significant differences among different treatments at 0.05 level, the same below

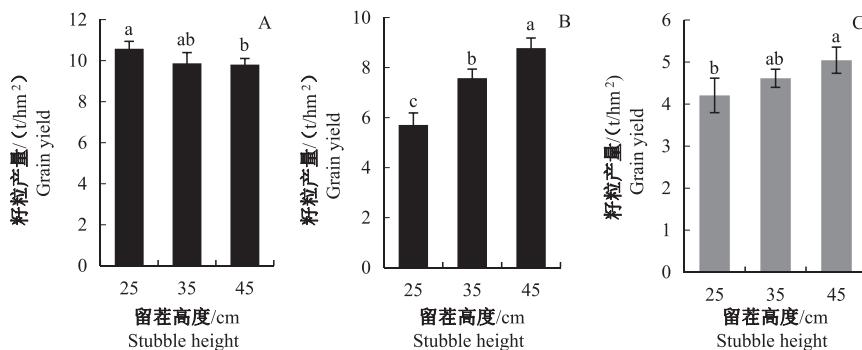
图 1 不同刈割时期及留茬高度对头季水稻干饲草产量和青贮饲草产量的影响

Fig. 1 Effect of clipping stage and stubble height on the dry herbage yield and silage yield of first-season rice

2.3 不同刈割时期及留茬高度对再生稻籽粒产量的影响

由图 2 可知, 随着头季水稻刈割时间的延迟再生稻产量呈逐渐降低的趋势。随着头季水稻刈割时留茬高度的增加, 抽穗开花期刈割头季水稻, 再生稻籽粒产量呈降低的趋势; 灌浆期和蜡熟期刈割头季水稻, 再生稻籽粒产量呈增加的趋势。在抽穗开花期刈割头季水稻, 25 cm、35 cm 和 45 cm 留茬高度处理再生稻籽粒产量分别为 10.58 t/hm²、9.87 t/hm²

和 9.81 t/hm², 较灌浆期刈割相应处理分别增加 85.48%、30.31% 和 11.72%, 较蜡熟期刈割相应处理分别增加 151.61%、114.01% 和 94.44%。抽穗开花期刈割头季水稻, 25 cm 留茬高度处理再生稻籽粒产量显著高于 45 cm 留茬高度处理, 增幅为 7.90%; 灌浆期刈割头季水稻, 各留茬高度处理籽粒产量差异均达到显著水平; 蜡熟期刈割头季水稻, 45 cm 留茬高度处理籽粒产量显著高于 25 cm 留茬高度处理, 增幅为 19.92%。



A: 抽穗开花期刈割; B: 灌浆期刈割; C: 蜡熟期刈割

A: Chipping at heading-blooming stage; B: Chipping at filling stage; C: Chipping at wax maturity stage

图 2 不同刈割时期及留茬高度对再生稻籽粒产量的影响

Fig. 2 Effect of clipping stage and stubble height on the ratoon rice grain yield

2.4 不同刈割时期及留茬高度对头季水稻饲草品质的影响

2.4.1 干饲草 由表2可知,随着头季水稻刈割时间的延迟,头季干饲草中中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白和粗纤维含量总体呈逐渐减少的趋势,而淀粉含量呈逐渐增加的趋势,粗灰分含量呈先增加后减少的趋势;随着头季水稻刈割时留茬高度的增加,头季干饲草中中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗纤维和粗灰分含量呈逐渐降低的趋势,淀粉含量呈逐渐增加的趋势,粗蛋白含量在抽穗开花期刈割处理中呈逐渐减小的趋势,而在灌浆期和蜡熟期刈割

处理中基本保持不变。进一步分析发现,在抽穗开花期刈割头季水稻,25 cm、35 cm 和 45 cm 留茬高度处理干饲草粗蛋白含量分别为 9.04%、7.71% 和 7.38%,参照国家农业行业标准(NY/T 728—2003 禾本科牧草干草质量分级),25 cm 留茬高度处理头季干饲草可达优质一级标准,35 cm 和 45 cm 留茬高度处理可达优质二级标准;在灌浆期和蜡熟期刈割头季水稻,各留茬高度处理干饲草粗蛋白含量均在 6% 以上,参照国家农业行业标准(NY/T 728—2003 禾本科牧草干草质量分级),均可达优质三级标准。

表2 不同刈割时期及留茬高度对头季水稻干饲草品质的影响

Tab. 2 Effect of clipping stage and stubble height on the dry herbage quality of first-season rice %

指标 Index	抽穗开花期刈割 Clipping at heading-blooming stage			灌浆期刈割 Clipping at filling stage			蜡熟期刈割 Clipping at wax maturity stage			禾本科牧草干草 Quality classification of dried forage grasses (NY/T 728—2003)		
	25 cm	35 cm	45 cm	25 cm	35 cm	45 cm	25 cm	35 cm	45 cm	一级 First	二级 Second	三级 Third
中性洗涤纤维含量 Neutral detergent fiber content	61.97± 1.33a	61.37± 1.16a	57.27± 0.68b	49.50± 1.01a	47.43± 0.78b	43.37± 2.48c	35.57± 1.32a	34.23± 0.51a	31.60± 1.15b	— —	— —	— —
酸性洗涤纤维含量 Acid detergent fiber content	39.70± 0.96a	38.60± 1.05a	36.60± 0.67b	34.87± 1.43a	31.77± 0.86b	29.73± 1.08c	24.03± 0.76a	22.70± 0.53b	20.40± 0.20c	— —	— —	— —
淀粉含量 Starch content	2.73± 0.81c	7.77± 0.85b	11.90± 1.47a	22.93± 1.31c	26.60± 1.25b	30.30± 2.20a	40.10± 2.71b	41.47± 2.31b	45.63± 1.10a	— —	— —	— —
粗蛋白含量 Crude protein content	9.04± 0.69a	7.71± 0.22b	7.38± 0.10c	6.00± 0.44a	6.17± 0.24a	6.01± 0.10a	6.09± 0.31a	6.25± 0.56a	6.42± 0.73a	≥9 —	≥7 —	≥5 —
粗纤维含量 Crude fiber content	30.07± 0.45a	29.47± 0.69a	27.00± 1.13b	23.33± 0.96a	22.47± 0.82ab	21.27± 0.79b	15.50± 0.82a	15.87± 0.49a	13.43± 1.31b	— —	— —	— —
粗灰分含量 Crude ash content	10.67± 0.81a	9.80± 0.46	9.77± 0.70a	13.93± 1.07a	12.60± 0.53ab	11.87± 0.61b	10.67± 0.61a	10.47± 0.57a	9.57± 0.15b	— —	— —	— —

注:—代表标准中未对该项指标进行要求;同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$),下同。

Note:— means that this index is not required in the standard; different lowercase letters in the same row mean the significant differences among different treatments at 0.05 level. The same below.

2.4.2 青贮饲草 由表3可以看出,随着头季水稻刈割时间的延迟,留茬高度为 25 cm 的头季水稻青贮饲草中中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白、粗纤维和粗灰分含量均呈逐渐减少的趋势,淀粉含量呈逐渐增加的趋势。在抽穗开花期刈割头季水稻,头季水稻青贮饲草中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 42.97%、26.83%、23.03% 和 8.48%,参照青贮玉米品质分级国家标准(GB/T 25882—2010),青贮水稻饲草可达优质三级标准。在灌浆期刈割头季水稻,头季水稻青贮饲草中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 42.97%、26.83%、23.03% 和 8.48%,参照青贮玉米品质分级国家标准(GB/T 25882—2010),青贮水稻饲草可达优质三级标准。

涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 41.10%、25.93%、28.73% 和 7.56%,参照青贮玉米品质分级国家标准(GB/T 25882—2010),青贮水稻饲草可达优质二级标准。在蜡熟期刈割头季水稻,头季水稻青贮饲草中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 34.10%、21.00%、32.23% 和 7.54%,参照青贮玉米品质分级国家标准(GB/T 25882—2010),青贮水稻饲草可达优质一级标准,且中性洗涤纤维含量比优质一级低 24.22%,淀粉含量比优质一级高 28.92%。

表 3 不同刈割时期对头季水稻青贮饲草品质的影响

Tab. 3 Effect of clipping stage and stubble height on the silage quality of first-season rice %

指标 Index	刈割时期 Clipping stage of first-season rice			青贮玉米品质分级 Quality classification of silage maize (GB/T 25882—2010)		
	抽穗开花期 Heading-blooming stage	灌浆期 Filling stage	蜡熟期 Wax maturity stage	一级 First level	二级 Second level	三级 Third level
中性洗涤纤维含量 Neutral detergent fiber content	42.97±4.47a	41.10±5.21a	34.10±1.01b	≤45	≤50	≤55
酸性洗涤纤维含量 Acid detergent fiber content	26.83±2.91a	25.93±2.25a	21.00±0.96b	≤23	≤26	≤29
淀粉含量 Starch content	23.03±2.72b	28.73±3.85ab	32.23±2.52a	≥25	≥20	≥15
粗蛋白含量 Crude protein content	8.48±0.42a	7.56±0.21b	7.54±0.53b	≥7	≥7	≥7
粗纤维含量 Crude fiber content	20.77±1.64a	20.17±2.75a	16.13±1.07b	—	—	—
粗灰分含量 Crude ash content	10.87±0.42a	10.40±1.06a	10.13±0.06a	—	—	—

3 结论与讨论

3.1 头季水稻刈割时期对饲草产量及再生稻籽粒产量的影响

水稻粮饲双优双高栽培技术模式是以头季未成熟水稻植株用作饲料、再生季收获稻米的水稻种植模式。本研究结果表明,随着刈割时间越晚,光合产物的积累越多,头季收获青贮或干饲草产量越高,青贮饲草品质越优,且以蜡熟期刈割头季水稻青贮饲草品质最高,25 cm 留茬高度可收获中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 34.10%、21.00%、32.23% 和 7.54% 的青贮饲草 34.66 t/hm²,参照青贮玉米品质分级国家标准(GB/T 25882—2010),蜡熟期刈割头季水稻青贮饲草可达优质一级标准,与国家黄淮海区试 12 个青贮玉米杂交品种品质基本相当^[17]。刈割时间越晚,再生稻籽粒产量越低,在抽穗开花期刈割头季水稻,25 cm、35 cm 和 45 cm 留茬高度处理再生稻籽粒产量分别为 10.58 t/hm²、9.87 t/hm² 和 9.81 t/hm²,较蜡熟期刈割相应处理分别增加 151.61%、114.01% 和 94.44%,这可能是由于抽穗开花期水稻根系活力较强^[18-19],更有利低位节间休眠芽再生,且头季水稻收获时间越早,再生稻生长期温光资源越旺盛,越有利于再生稻灌浆充实,形成高产。

3.2 头季水稻留茬高度对饲草产量及再生稻籽粒产量的影响

留桩高度是影响再生苗萌发的重要因素,适宜的留桩高度是实现再生稻高产的关键^[18-19]。本研究结果表明,不同生育时期刈割头季水稻,留茬高度越低头季收获青贮或干饲草产量越高。抽穗开花期

刈割头季水稻,25 cm 留茬高度处理可收获粗蛋白含量为 9.04% 的干饲草 10.51 t/hm²,参照国家农业行业标准(NY/T 728—2003 禾本科牧草干草质量分级),饲草品质可达优质一级标准,再生季可收获籽粒 10.58 t/hm²;灌浆期和蜡熟期刈割头季水稻,25 cm 留茬高度处理可分别收获干饲草 13.35 t/hm² 和 17.65 t/hm²,饲草品质可达优质三级标准。抽穗开花期刈割头季水稻,留茬高度越低再生稻籽粒产量越高;而灌浆期和蜡熟期刈割头季水稻,留茬高度越高再生稻籽粒产量越高,这可能是由于抽穗开花期刈割头季水稻,其根系活力较强,有利于低位节间休眠芽再生,提高低位节间休眠芽发生率,形成大穗,进而获得高产;灌浆期和蜡熟期刈割头季水稻,其根系活力较弱,休眠芽发生率较低,留茬高度越高越有利于高位节间休眠芽成穗,增加有效穗数,进而取得高产^[20-21]。

综上所述,本研究的水稻粮饲兼用种植方式较常规再生稻生产方式,创新了 2 种水稻栽培模式:一是以再生稻米为主、优质饲草为辅的生产模式,在水稻抽穗开花期刈割水稻作为饲草,25 cm 留茬高度头季可收获粗蛋白含量为 9.04% 的优质一级干饲草 10.51 t/hm²,再生季可收获稻米 10.58 t/hm²;二是以优质饲草为主、再生稻米为辅的生产模式,在蜡熟期刈割水稻作为青贮饲料,25 cm 留茬高度可收获中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、淀粉和粗蛋白含量分别为 34.10%、21.00%、32.23% 和 7.54% 的优质一级青贮饲草 34.66 t/hm²,再生季可收获稻米 4.21 t/hm²,是农业供给侧结构改革的有益探索,是实现种植业和养殖业有机融合的新途径。

参考文献:

- [1] 倪印锋,王明利.中国青贮玉米产业发展时空演变及动因[J].草业科学,2019,36(7):1915-1924.
NI Y F,WANG M L.Spatiotemporal evolution of China's silage corn industry and the factors driving its development [J]. Pratacultural Science, 2019, 36 (7): 1915-1924.
- [2] 彭艳玲,晏国耀,马昕娅,等.基于能值与改进DEA-EBM模型的“青贮玉米+养殖”种养结合模式产出效率评估研究:以四川省“粮改饲”青贮玉米示范区为例[J].干旱区资源与环境,2019,33(12):68-75.
PENG Y L,YAN G Y,MA X Y,*et al*. Efficiency evaluation of "silage maize + breeding" integrated mode based on emery analysis and adjusted DEA-EBM method: Empirical evidence from Sichuan Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2019, 33 (12): 68-75.
- [3] 孔晓蕾,高超,张强,等.“粮改饲”政策在黑龙江省的实践[J].黑龙江农业科学,2017(11):84-86.
KONG X L,GAO C,ZHANG Q,*et al*. Practice of "Change growing grain crops into fodder crops" policy in Heilongjiang Province[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2017(11):84-86.
- [4] 刘晓,王博,朱晓艳,等.21个粮饲兼用型青贮玉米在河南的品种比较试验[J].草业学报,2019,28(8):49-60.
LIU X,WANG B,ZHU X Y,*et al*. A comparison of 21 varieties of silage maize in Henan Province[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(8):49-60.
- [5] 田莉华,张清平,蒋海亮,等.刈割对冬小麦再生积温需求及其籽粒产量和品质的影响[J].西北植物学报,2012,32(7):1426-1432.
TIAN L H,ZHANG Q P,JIANG H L,*et al*. Effect of cutting timing on winter wheat in the accumulated temperature requirement, grain yield and quality[J]. Acta Bot Bo-real-Occident Sin, 2012, 32(7):1426-1432.
- [6] 王茜,杨丽群,雷家运,等.刈割高度对冬小麦再生及生物量分配的影响[J].草业科学,2017,34(10):2109-2116.
WANG X,YANG L Q,LEI J Y,*et al*. Regrowth and biomass allocation of dual-purpose winter wheat two clipping heights[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2017, 34 (10): 2109-2116.
- [7] 王丹丹,田莉华,沈禹颖,等.不同品种冬小麦再生生长对刈割干扰的响应[J].中国生态农业学报,2014,22(6):642-647.
WANG D D, TIAN L H, SHEN Y Y, *et al*. Regrowth response to cutting of different cultivars of winter wheat [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22 (6): 642-647.
- [8] 周海涛,张新军,杨晓虹,等.粮草兼用裸燕麦新品种张莜7号的选育与高产栽培技术[J].种子,2017,36(5):105-107,117.
ZHOU H T,ZHNAG X J,YANG X H,*et al*. Breeding and cultivation technique of new grain and grass combination maturing variety of naked oat Zhangyou No. 7[J]. Seed, 2017,36(5):105-107,117.
- [9] 郝洪波,崔海英,李明哲.粮饲兼用型谷子新品种衡1号的选育[J].河北农业科学,2016,20(5):7-10.
HAO H B,CUI H Y,LI M S. Breeding of a New Dual-purpose grain and forage foxtail millet variety Hengsi No. 1[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2016, 20 (5): 7-10.
- [10] SAKAI M,IIDA S,MAEDA H,*et al*. New rice varieties for whole crop silage use in Japan[J]. Breeding Sci-
ence, 2003, 53 (3) : 271-275.
- [11] NAKANO H,MORITA S,HATTORI I,*et al*. Effects of planting time and cultivar on dry matter yield and estimated total digestible nutrient content of forage rice in southwestern Japan[J]. Field Crops Research, 2008, 105 (1/2) : 116-123.
- [12] NAKANO H,MORITA S. Effects of twice harvesting on total dry matter yield of rice[J]. Field Crops Research, 2007, 101 (3) : 269-275.
- [13] 黄志刚,屠乃美,江巨鳌,等.留桩高度对豫南再生稻产量和源库性状的影响[J].生态学报,2009,29(8):560-567.
HUANG Z G,TU N M,JIANG J A,*et al*. Effects of rudimentary stubble heights on the yield and source-sink characteristics of ratooning rice: A case study for two-line hybrid rice Peiliangyou 210[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29 (8) : 560-567.
- [14] 余贵龙,刘祥臣,丰大清,等.不同留茬高度对豫南再生稻生育期及产量的影响[J].中国稻米,2018,24(5):116-119.
YU G L,LIU X C,FENG D Q,*et al*. Effects of different stubble height on yield and growth period of ratoon rice in south of Henan [J]. China Rice, 2018, 24 (5): 116-119.
- [15] 杜登科,刘会桃.头季水稻与再生稻的品质比较研究[J].湖南农业科学,2005(5):20-21,28.
DU D K,LIU H T.Comparison of rice quality between main crop and ratoon crop[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2005 (5) : 20-21,28.
- [16] 吴延寿,姚晓云,曹国军,等.优质再生稻产量形成和稻米品质比较分析[J].杂交水稻,2019,34(5):57-63.
WU Y S,YAO X Y,CAO G J,*et al*. Analysis of yield formation and comparison of grain quality of fine quality ratoon rice[J]. Hybrid Rice, 2019, 34 (5) : 57-63.
- [17] 任伟,侯乐新,郭振升,等.12个青贮玉米新品种综合评价[J].河南农业科学,2018,47(2):50-52.
REN W,HOU L X,GUO Z S,*et al*. Comprehensive evaluation of twelve new silage maize varieties[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2018, 47 (2) : 50-52.
- [18] 彭廷,陈浩,陆云,等.水稻伤流强度与根系形态和生理指标的关系研究[J].河南农业大学学报,2016,50(3):299-303.
PENG T,CHEN H,LU Y,*et al*. Study on the relationship between bleeding intensity and root morphology, root activity in rice[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2016, 50 (3) : 299-303.
- [19] 郭士伟,夏士健,朱虹霞,等.水稻根系活力测定方法及超级稻两优培九生育后期根系活力研究[J].土壤,2012(2):134-137.
GUO S W,XIA S J,ZHU H X,*et al*. Factors influencing collecting amount of rice roots bleeding and investigation on roots vigor after heading [J]. Soils, 2012 (2): 134-137.
- [20] 钱太平,梅少华,张键,等.再生稻不同留桩高度和收割方式的产量及其构成因素分析[J].湖北农业科学,2015,54(1):14-17.
QIAN T P,MEI S H,ZHANG J,*et al*. Yield and yield components of ratoon rice with different stubble height and harvest methods[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2015, 54 (1) : 14-17.
- [21] 易镇邪,周文新,屠乃美.留桩高度对再生稻源库性状与物质运转的影响[J].中国水稻科学,2009,23(5):65-72.
YI Z X,ZHOU W X,TU N M. Effects of stubble height of the main crop on source-sink characteristics and assimilates transportation in ratooning rice [J]. Chinese Journal of Rice Science, 2009, 23 (5) : 65-72.