

低氮环境下燕麦与箭筈豌豆间混作与刈割时间 对饲草产量及质量特性的影响

赵彩霞¹, 何文清², 胡跃高^{1*}, 董慧明³, 余小玲³

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094; 2. 中国农科院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081;

3. 北京市延庆县种植业服务中心, 北京 102100)

摘要: 对北京市延庆县旱作低N土壤环境下燕麦与箭筈豌豆间混播6种方式与比例对饲草产量与质量特性影响进行了研究。结果表明, 在低N环境下, 与燕麦单作相比, 箭筈豌豆与燕麦间混播不仅可增加饲草中干物质产量, 饲草N产量也可增加30%~130%; 而且燕麦与箭筈豌豆间混作对饲草质量也有显著影响($P < 0.01$)。间混作能够降低饲草中ADF与NDF含量, 提高燕麦开花后饲草RFV值。4种间混作处理在饲草产量与饲草品质方面各有优点, 也各有不足。在低N环境下, 如果以饲草产量和饲草N产量为主要追求目标, 则燕麦与箭筈豌豆1:1邻行间作方式为最佳播种模式, 其次依次分别是燕麦与箭筈豌豆1:1同行混播、燕麦与箭筈豌豆1:2同行混播、燕麦与箭筈豌豆2:1同行混播。燕麦与箭筈豌豆间混播最佳刈割期为燕麦乳熟期+箭筈豌豆满英期, 因为此时混合饲草产量最高, 饲草N产量与RFV较高, 而ADF与NDF较低。

关键词: 燕麦; 豌豆; 氮; 间混作; 刈割时间; 饲草产量; 饲草质量

中图分类号: S157.4⁺33; S344.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0005-05

燕麦、大麦等谷类作物在世界不同地方被广泛用于生产干草或制作青贮^[1~9]。一年一熟地区在燕麦乳熟期或蜡熟期刈割可获得较高干物质产量^[3~4, 10~11]。燕麦等谷类作物开花后收获, 粗蛋白含量非常低^[4~9], 而用豌豆与燕麦混播可以提高饲草中蛋白质含量和产量^[12], 但这种情况只适宜于在作物生长期0~60cm土层中N素含量低于35 kg/hm²环境^[13]。如果表层土壤中N素水平高于55 kg/hm², 燕麦—豌豆间作与燕麦单作相比没有差异^[9]。另外, 确定适宜刈割期是调制高产优质干草的重要因素之一。在确定最适宜刈割期时, 必须考虑牧草生育期内地上部分生物量的增长和营养物质动态, 以获取单位面积营养物质最大产量^[14, 15]。燕麦单播或与豆科牧草混播何时刈割调制干草, 国内外研究看法不一, 国内一般在燕麦抽穗期、开花期、灌浆期刈割^[16~20], 而国外则一般在乳熟期、蜡熟期刈割。而且, 燕麦与豌豆混播比例对饲草产量与品质影响也存在争议^[13, 21]。虽然我国科学工作者对高寒地区燕麦与箭筈豌豆不同混播比例对产草量、草群结构影响, 以及施氮量、不同刈割期对混播草群产草量与品质影响进行过研究^[11, 20~24], 但是对土壤瘠薄条件下燕麦与豌豆混作对饲草产量与品质的影响尚未见报道。在半干旱地区由于气候、环境等

因素影响, 很大一部分耕地与草地处于退化状态, 土壤肥力瘠薄。因此, 研究旱作条件下瘠薄地上燕麦饲草产量与质量特性, 对在这些地区建立和管理高产优质一年生人工草地具有重要研究意义。为此, 本研究对燕麦(*Avena sativa*)与箭筈豌豆(*Vicia sativa*)间混作展开研究, 目的就是弄清在低N环境条件下:(1)燕麦与箭筈豌豆播种方式与比例对混合饲草产量与质量的影响;(2)不同刈割期对饲草产量与质量特性的影响。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2005年在北京市延庆县小丰营村绿丰园试验田进行。延庆县属大陆性季风气候, 春季干旱多风, 夏季多雨, 昼夜温差大, 无霜期155~165d, 年平均温度8.5℃。年平均降水量434.6 mm, 7~8月降水量占全年的72%。试验地上茬作物为生长3a的中草药穿地龙薯蓣。中草药生长三年中未施用任何肥料与农药, 也未采取过任何耕作措施。土壤类型为褐土, 有机质含量0.17%。将土壤按10cm分为一层, 0~30cm土层各层的全氮含量分别为37.50、23.45、10.67 mg/kg, 速效磷分别为22.17、13.83、2.17 mg/kg, 速效钾36 mg/kg, 土壤肥力较差。4月

收稿日期: 2006-05-30

基金项目: 农业部948项目“燕麦优良品种引进培育及综合应用技术研究”; 北京市“山区生态富民技术及特色品种试验示范”项目

作者简介: 赵彩霞(1975—), 女, 内蒙古临河市人, 博士后, 主要从事生态环境与农牧结合方面研究。E-mail: zcx 517164@sina.com。

* 通讯作者: 胡跃高 E-mail: huyuegao@cau.edu.cn。

初中草药挖出后直接进行整地、灌水,并于 4 月 29 日采用人工条播方式播种,每行播种量是精确称量的。

1.2 试验设计

试验品种为早熟裸燕麦保罗与箭筈豌豆(本文

中简称豌豆)。燕麦与豌豆播种方式设 6 个处理,详见表 1。采用人工锄沟播种,行距均为 30cm。小区面积为 2.0 m×4.0 m,3 次重复。在作物生长期间,锄草 1 次,于 6 月 21 日灌水 1 次。

表 1 燕麦与箭筈豌豆品种与播种情况介绍
Table 1 Description of cultivars and planting of oat and pea

品种 Variety	处理 Treatment (oat :pea)	播种量 Plant density(kg /hm ²)	
		燕麦 Oat	豌豆 Pea
保罗 Baoluo 箭筈豌豆 Pea	H1(1:1 邻行间作 1:1 intercropping)	75	75
	H2(1:1 同行混播 1:1 mixture)	75	75
	H3(2:1 同行混播 2:1 mixture)	100	50
	H4(1:2 同行混播 1:2 mixture)	50	100
	H5(燕麦单作 Oat monoculture)	150	
	H6(豌豆单作 Pea monoculture)		150

1.3 取样时间与方法

取样时间分别为第一次刈割期(6 月 11 日,为燕麦抽穗期初期与豌豆分枝期)、第二次刈割期(6 月 29 日,为燕麦灌浆初期与豌豆下部豆荚半充满期)、第三次刈割期(7 月 11 日,为燕麦乳熟期与豌豆豆荚全部充满期) 3 个时期。取样方法为用剪刀取 0.3 m 长样段内所有植株地上部分,6 次重复。样品称量鲜重后 70℃ 下烘至恒重,称其干重,然后用粉碎机磨样,过 0.5 mm 筛,并保存于塑料自封袋中,用于氮素与纤维测定。全氮测定采用全自动凯氏定氮仪,纤维测定采用纤维分析仪。饲草产量测定取样面积为 0.5×0.9 m²,用镰刀齐地面刈割,称鲜重。3 次重复。

1.4 室内测定指标

中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF) 是牧草品质测定重要指标,其含量高低直接影响牧草品质及消化率。近年来,人们又将 ADF 和 NDF 值用于建立一种牧草品质评比的相对简单的指数。这一指数称为相对饲用价值(RFV),它是衡量牧草为家畜提供营养能力的一个良好指标,可用于预测某一特定牧草的采食量和能量价值。RFV 是根据牧草的可消化干物质(DDM) 和潜在的干物质采食量(DMI) 来进行牧草品质的比较和评级的。相对饲用价值实际上等于 DDM 乘以 DMI 再除以一个常数。相对饲用价值以百分数表示,并以盛花期苜蓿的相对饲用价值为 100% 进行比较。RFV 值随牧草品质的提高而增加。

本文中饲草质量测定指标缩写及计算公式如下:CP(粗蛋白质)、ADF(酸性洗涤纤维)、NDF(中性洗涤纤维);饲草 N 产量=N 产量×饲草产量,RFV(相对饲用价值)=(DDM 值×DMI 值)/

1.29,其中,DDM % (消化性干物质) =88.9-0.779 ADF %,DMI(干物质采食量) =120/饲草 NDF %。

数据统计采用 SPSS 12.0 中 ANOVA 分析方法,ANOVA 是在 0.05 水平上进行的 F 检验。

2 结果与分析

2.1 饲草产量

饲草产量是随着生育期进程而增加的,说明随着豌豆与燕麦的生长,干物质积累是在不断增加的,且在 3 个时期产量差异是极显著的($P<0.05$) (表 2)。在间混播各处理之间燕麦与豌豆各自的产量在不同生育期产量差异极为显著,混合草产量在燕麦乳熟期与豌豆满荚期前也是差异极显著的($P<0.05$)。与单作相比,H1 处理播种方式产量最高,其次是 H4 处理,H3 与 H2 处理混合草产量相当,主要原因是燕麦对豌豆生长的抑制作用相对较小。

2.2 饲草质量

单位面积 CP 产量是决定饲草品质非常重要的因素之一。CP 产量=N 产量×6.25,所以本文中直接采用 N 产量这一概念。在灌浆期前燕麦与豌豆间混作处理中 N 产量一直是升高的,之后各处理之间变化较不一致(表 3)。N 产量在不同生育期和各处理间差异都是极显著的($P<0.01$)。

不同时期单位面积粗蛋白质产量大小是决定饲草何时刈割的重要因素之一。从这个意义上讲,不同处理最佳刈割时期是不一样的,H1 与 H4 处理是在 6 月 29 日(燕麦灌浆初与豌豆豆荚半充满期),而 H2 与 H3 是在 7 月 11 日(燕麦乳熟与豌豆满荚期)。导致这种差异的主要原因是 在生长期 间燕麦对豌豆的抑制作用相对较小而导致豌豆生长较快,豌豆豆荚灌浆期相对较早的缘故。

表 2 燕麦与箭筈豌豆间混作饲草产量动态
Table 2 Dynamics of forage yields of oat and pea (10³ kg /h m²)

处理 Treat ment	第一次刈割期 First harvest ti me			第二次刈割期 Second harvest ti me			第三次刈割期 Third harvest ti me		
	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture
H1	23.38	10.12	33.50	32.32	22.86	55.18	49.25	26.21	75.46
H2	11.41	9.23	20.64	18.53	25.76	44.29	30.78	29.33	60.11
H3	18.03	7.82	25.85	27.42	15.28	42.70	41.09	19.33	60.42
H4	17.87	13.10	30.97	24.77	22.88	47.65	30.22	28.81	59.03
H5	19.98		19.98	28.01		28.01	33.22		33.22
H6		17.66	17.66		22.36	22.36		29.15	29.15
LSD(0.05)	0.003	0.019	* *	0.006	0.004	0.026	0.016	0.072	0.323

注: * 在 0.05 水平上显著; * * 在 0.01 水平上显著。Note : * Significant at 0.05level ; * * Significant at 0.01level .

表 3 燕麦与箭筈豌豆间混作饲草 N 产量动态
Table 3 Dynamics of nitrogen yield of mixture forage of
oat and pea(kg /h m²)

处理 Treat ment	第一次刈割期 First harvest ti me	第二次刈割期 Second harvest ti me	第三次刈割期 Third harvest ti me
H1	99.16	157.81	152.43
H2	66.67	130.21	136.45
H3	86.60	102.91	120.24
H4	114.59	136.28	128.10
H5	50.75	68.06	69.76
H6	—	95.92	74.62
LSD(0.05)	* *	* *	* *

注: * * 在 0.01 水平上显著。Note : * * Significant at 0.01level .

2.3 饲草品质

生长阶段对谷类作物饲草粗蛋白质含量影响较大,且随着生育进程推进而逐渐降低。各处理间CP 含量差异较显著(*P* < 0.01) 。与燕麦单作(H5) 相比,各处理CP 含量均高于H5,其中H2 与H4 处理CP 含量较高,H3 处理在开花后CP 含量最低(表 4) ,主要原因就是饲草中豌豆比例增加的缘故。豌豆单作(H6) 条件下虽然蛋白含量最高,但是由于其产量较低而导致N 产量也较低。

ADF、NDF 在燕麦与箭筈豌豆不同生育期含量是不一样的,其高低顺序排列为第一次刈割期<第三次刈割期<第二次刈割期(表 4) 。与燕麦单作(H5) 相比,燕麦—豌豆间混作能够降低混合饲草中 ADF 与 NDF 含量。间混播 4 种处理间纤维含量差异较显著(*P* < 0.05) ,其中H2 与H3 处理NDF 与 ADF 值相对较低,H1 与H4 处理纤维含量较高。

无论何种处理,在不同生育阶段饲草RFV 值差异都是非常显著的(*P* < 0.05) (表 5) 。在 6 月 11 日(燕麦孕穗初期与豌豆分枝期) RFV 值是最高的,其

次是在 7 月 11 日(燕麦乳熟期与豌豆满荚期) ,而在 6 月 29 日(燕麦开花末期与豌豆结荚初期) RFV 值是最底的。各处理之间RFV 值差别也较大,总的说来,按RFV 值由高到低顺序排列为H3>H4>H2>H1>H5>H6。

3 讨论与结论

1) 在低 N 环境下,与燕麦单作相比,豌豆与燕麦间混作不仅可提高饲草中干物质产量,饲草 N 产量也可增加 30%~130%;而且对饲草质量也有显著影响,降低了饲草中 ADF 与 NDF 含量,提高燕麦开花后混合饲草 RFV 值。燕麦与豌豆间混作具有优越性可能是由于豌豆具有生物固 N 的能力。最近的研究表明在美国北部大平原地区在生物固氮方面豌豆优于其它固氮作物,在肥沃的土壤中豌豆比小扁豆可多固定 N 素 50 kg /h m² [23] 。但是这种固定 N 素的能力与植株生长环境中 N 素含量有着密切的关系。但是如果在高 N 环境下豌豆—燕麦间作干物质与 N 产量并没有提高,甚至可能会下降 [13] 。因此,必须进一步研究豌豆固定 N 素能力与土壤环境中 N 素含量的关系及 N 素含量临界值。

2) 在低 N 环境下,4 种混播处理在饲草产量与饲草品质方面各有优点,也各有不足。结合我国国情,以饲草产量与饲草 N 产量为主要追求目标,则燕麦与豌豆 1:1 邻行间作方式(H1) 为最佳播种模式,其次依次分别是燕麦与豌豆 1:1 同行混播(H2) 、燕麦与豌豆 1:2 同行混播(H4) 、燕麦与豌豆 2:1 同行混播(H3) 。

3) 在低 N 环境下,燕麦与箭筈豌豆混播最佳刈割期为燕麦乳熟期与箭筈豌豆满荚期,因为此时混合饲草产量最高,饲草 N 产量与 RFV 值较高,而 ADF 与 NDF 值较低。这一结论与 Moreira

(1989)^[4]、Brundage 等 (1979)^[14]、Robinson (1960)^[13]、马春晖等(2001)^[21] 等研究结果基本相同。而国内许多学者^[11, 16~20] 认为燕麦单播与豆科牧草混播最佳刈割期为抽穗期、开花期、灌浆期的研究结果有所出入。燕麦无论单作还是与豌豆间混播,其最佳刈割期应根据饲草最终利用目的,依据其生长特性与物质积累规律而定,不应一概而论。

表 4 燕麦与箭筈豌豆间混作不同生育期饲草品质测定
Table 4 Forage quality of oat and pea in different growth period (%)

第一次刈割期First harvest time									
处理 Treat ment	CP			NDF			ADF		
	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture
H1	14.06	26.13	18.50	50.06	47.74	49.36	31.16	29.66	30.71
H2	15.75	25.50	20.19	52.13	39.11	46.31	30.56	28.45	29.62
H3	19.75	23.63	20.94	43.86	43.88	43.87	25.75	30.03	27.04
H4	22.00	24.56	23.13	45.89	49.42	47.38	24.07	31.46	27.20
H5	15.23		15.23	43.87		43.87	25.24		25.24
LSD(0.05)	*	0.13	*	*	*	*	*	*	0.097
第二次刈割期Second harvest time									
处理 Treat ment	CP			NDF			ADF		
	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture
H1	17.63	18.25	17.88	64.85	50.69	58.99	36.68	37.52	36.68
H2	15.63	20.00	18.38	68.00	48.21	56.50	35.91	38.90	35.91
H3	15.13	18.25	15.06	61.51	50.25	57.48	37.39	40.36	37.39
H4	16.31	20.88	17.88	68.87	50.72	60.16	38.58	39.28	38.58
H5	15.19		15.19	68.41		68.41	36.30		36.30
H6		20.81	20.81		57.76	57.76		42.26	42.26
LSD(0.05)	0.015	0.064	0.023	0.015	0.559	*	0.818	0.002	*
第三次刈割期Third harvest time									
处理 Treat ment	CP			NDF			ADF		
	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture	燕麦 Oat	豌豆 Pea	混合草 Mixture
H1	9.50	17.63	12.63	60.36	58.93	59.86	33.42	38.53	35.20
H2	11.06	17.19	14.19	65.72	55.77	60.86	32.23	37.70	34.90
H3	9.69	17.56	12.44	61.00	57.16	60.57	32.05	34.83	32.94
H4	11.00	17.25	13.56	61.22	51.84	56.64	35.85	37.45	36.63
H5	10.13		10.13	62.33		62.33	34.46		34.46
H6		16.00	16.00		61.62	61.62		39.37	39.37
LSD(0.05)	0.029	0.663	0.037	*	*	*	*	*	*

注: * 在 0.05 水平上显著; * * 在 0.01 水平上显著。Note : * Significant at 0.05level ; * * Significant at 0.01level .

表 5 不同刈割期各处理混合饲草 RFV
Table 5 Mixture RFV of oat and pea at different harvest time(%)

刈割时间 Harvest time	H1	H2	H3	H4	H5	H6	LSD(0.05)
第一次 First harvest time	122.45	132.23	143.84	132.94	146.81	—	*
第二次 Second harvest time	95.13	100.31	96.73	90.99	82.43	90.16	*
第三次 Third harvest time	95.54	94.33	97.12	99.14	92.61	87.91	*

注: * 在 0.05 水平上显著。Note : * Significant in 0.05level .

参考文献:

- [1] Hodgson H J. Effect of seeding rates and time of harvest on yield and quality of oat pea forage[J]. Agronomy Journal, 1956, 48(1): 87-90.
- [2] Nivholson I A. The effect of stage of maturity on the yield and chemical composition of oats for hay making[J]. Journal of Agricultural Science, 1957, 49: 129-139.
- [3] Tiwana M S, Puri K P. Forage production potential of oats, barley and triticale varieties[J]. India of Agronomy, 1980, 25: 149-150.
- [4] Moreira N. The effect of seed rate and nitrogen fertilizer on the yield nutritive value of oat vetch mixture[J]. Journal of Agricultural Science, 1989, 112(1): 57-66.
- [5] Jones M L, Singh M. Yields of crop matter and nitrogen in long term barley rotation trials at two sites in northern Syria. Journal of Agricultural Science, 1995, 124: 389-402.
- [6] 马春晖, 韩建国, 李鸿祥, 等. 冬牧 70 黑麦+箭筈豌豆混播草地生物量、品质及种间竞争的动态研究[J]. 草业学报, 1999, 8(4): 56-64.
- [7] Alberta Agriculture, Food and Rural Development. Alberta 2002 greenfeed and silage production survey results[OL]. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sdd6003opendocument](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sdd6003opendocument) 2003. AAFRD, Edmonton, AB, Canada.
- [8] Carr P M, Horsley R D, Poland W W. Barley-oat and cereal pea mixtures as dryland forages in the northern great plains[J]. Agronomy Journal, 2004, 96: 677-684.
- [9] Biweekly bulletin oats situation and outlook[OL]. <http://www.agr.ca/policy/winn/biweekly/index.htm>, 2004.
- [10] Lawes D A, Jones D I H. Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole crop spring aerals[J]. Journal of Agricultural Science, 1971, 76: 479-485.
- [11] 张耀生, 周兴民, 王启基, 等. 高寒牧区燕麦生产性能的初步分析[J]. 草地学报, 1998, 6(2): 113-122.
- [12] Robinson R G. Oat pea or oat vetch mixtures for forage or seed[J]. Agron Journal, 1960, 52: 546-549.
- [13] Carr P M, Martin G B, Caton J S, et al. Forage and nitrogen yield of barley pea and oat pea intercrops[J]. Agron Journal, 1998, 90: 79-84.
- [14] Brundage A L, Taylor R L, Burton V L. Relative yield and nutritive values of barley, oats and pea harvested at four successive dates for forage[J]. Journal of Dairy Science, 1979, 62: 740-745.
- [15] 贾慎修. 草地学(第二版)[M]. 北京: 农业出版社, 1995. 85-114, 210-215.
- [16] 安成孝. 燕麦与箭筈豌豆混播对产草量的影响[J]. 草与畜杂志, 1986, (4): 9.
- [17] 徐长林, 张普金. 高寒牧区燕麦与豌豆混播组合的研究[J]. 草业科学, 1989, 6(5): 31-33.
- [18] 杜灵敏, 张显耻, 聂青平. 高寒牧区豌豆与燕麦混播组合的研究[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1991, 21(6): 18-19.
- [19] 韩志林, 车敦仁, 周青平, 等. 瑶海东部牧区不同山地燕麦与箭筈豌豆混播试验初报[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1992, 22(4): 18-19.
- [20] 周青平. 燕麦+箭筈豌豆混播草地的草层结构与产量[J]. 草原与草坪, 2003, (3): 3.
- [21] 马春晖, 韩建国, 毛培胜. 一年生饲用燕麦与豌豆混播最佳刈割期的研究[J]. 西北农业学报, 2001, 10(4): 76-79.
- [22] 孙明德, 戴旺荣, 叶海霞. 高寒牧区氮磷配合施用对燕麦产量的影响[J]. 青海草业, 1993, (3): 32-37.
- [23] 韩建国, 马春晖, 毛培胜, 等. 播种比例和施氮量及刈割期对燕麦与豌豆混播草地产草量和质量的影响[J]. 草地学报, 1999, 7(1): 87-94.
- [24] 施建军, 马玉寿, 李青云, 等. 青南牧区不同处理下燕麦生产性能的分析[J]. 四川草原, 2004, (1): 21-24.
- [25] Miller P R, Gan Y, McConkey B G, et al. Pulse crops for the Northern Great Plains: I. Grain productivity and residual effects on soil water and nitrogen[J]. Agron Journal, 2003, 95: 972-979.

Effect of intercropping or mixture and harvest time on forage yield and quality of oat and pea under low soil nitrogen environment

ZHAO Cai xia¹, HE Wen qing², HU Yue gao¹, DONG Hui ming³, SHE Xiao ling³

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Institute of Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agriculture Science,

Beijing 100081, China; 3. Planting System Service Center of Yanqing County, Beijing 102100, China)

Abstract: The experiment was carried out in Yanqing County of Beijing to study the effects of different intercropping and mixture modes on forage yield and quality of oat and pea under low soil nitrogen environment. The results indicated the intercropping and mixture of pea and oat could not only enhance dry forage yields and forage nitrogen yields, but also reduce content of forage ADF and NDF, and raise RFV of oat at post-anthesis stage under low soil nitrogen environment, comparing with oat monoculture. All the four treatments of intercropping or mixture had their own advantages and disadvantages in forage yield and quality. If the main objective was to gain more forage yield and nitrogen yield, the best planting mode of oat and pea was 1:1 intercropping, then in turn 1:1, 1:2 and 2:1 mixtures. The optimum harvest time of intercropping and mixture was milky maturity stage of oat and pod filling stage of pea, when the mixture forage yield was the highest, the nitrogen yield and RFV were relatively high, and ADF and NDF were relatively low.

Key words: oat; pea; nitrogen; intercropping and mixture; harvest time; forage yield; forage quality