

不同添加剂对苜蓿青贮饲料品质的影响

刘贤¹ 韩鲁佳¹ 原慎一郎² 野中和久³

(1. 中国农业大学工学院,北京 100083; 2. 日本国际农林水产研究中心,西宫 329-2793;
3. 日本北海道农业研究中心,札幌 062-8555)

摘要 利用糖蜜、甲酸、乳酸菌制剂和酶制剂分别或共同对 2 种不同含水率的苜蓿进行了青贮调制试验,结果表明:不同添加剂处理的苜蓿 1(含水率 71%~73%)和苜蓿 2(含水率 62%~64%)青贮饲料的等级均为良好,且发酵品质均比对照组有所提高。糖蜜使苜蓿 1 和苜蓿 2 青贮饲料乳酸与总酸质量比分别提高 47%和 32%,NDF 降解率分别提高 10%和 22%;乳酸菌制剂降低了青贮饲料中乳酸含量,提高了乙酸含量,使 NDF 降解率分别比对照组提高 26%和 18%;酶制剂提高了动物的消化率;乳酸菌制剂和酶制剂共同作用使乳酸与总酸质量比分别降低了 37%和 39%,同时提高了动物消化率和青贮饲料的营养价值;甲酸处理使饲料中乙酸与总酸质量比分别降低了 31%和 25%,NDF 降解率分别提高了 19%和 14%,并在一定程度上抑制了蛋白质和氨基酸的分解。糖蜜有效抑制了苜蓿 1 青贮饲料的二次发酵,但苜蓿 2 青贮饲料的发酵品质显著优于苜蓿 1($P < 0.05$)。

关键词 添加剂;苜蓿;青贮饲料

中图分类号 S 816.53

文章编号 1007-4333(2004)03-0025-06

文献标识码 A

Effects of different additives on the quality of alfalfa silage

Liu Xian¹, Han Lujia¹, Hara Shinichiro², Nanaka Kazuhisa³

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Nishinomiya 320-2793, Japan;

3. Japan National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo 062-8555, Japan)

Abstract In order to discuss the effects of different additives on the quality of Alfalfa silage, molasses, formic acid, lactobacillus and enzyme were chosen to do with the raw material solely or jointly, and local evaluation, lab evaluation, biology evaluation, and aerobic stability experiments were involved to analysis the silage after opening. The study showed that the comprehensive score of sense, moisture content and pH of alfalfa silage treated with different additives were all higher than the control. Molasses reduced the lactic acid ratio of alfalfa 1 and alfalfa 2 by 47% and 32%, raised NDF digestibility by 10% and 22% respectively and improved the aerobic stability of alfalfa 1 efficiently; lactobacillus reduced lactic acid content but raised acetic acid content. Also it improved NDF digestibility by 26% and 18% respectively; enzyme improved the animal digestibility; lactobacillus and enzyme reduced the lactic acid ratio by 37% and 39%, improved the animal digestibility and silage nutrition efficiently; formic acid reduced acetic acid ratio by 31%, 25%, increased the NDF digestibility by 19%, 14% respectively and restrained the decomposition of protein and aminophenol. In general, the fermentation and nutrition of alfalfa 2 was superior to alfalfa 1 ($P < 0.05$).

Key words additives; alfalfa; silage

苜蓿是目前国内外栽培面积较大的牧草品种之一,其为空心茎,蛋白质含量较高,糖分相对较低,且可溶性碳水化合物(WSC)含量较低,缓冲能(BC)较

高,所以很难达到最佳发酵状态,不易青贮。凋萎苜蓿(含水率低于 75%)及特种青贮可改善苜蓿青贮效果,添加甲酸可有效改善苜蓿青贮饲料的品质和

收稿日期:2003-12-12

基金项目:中日 JIRCAS 合作项目“玉米秸秆青贮饲料营养价值改进技术”

作者简介:刘贤,博士研究生;韩鲁佳,教授,博士生导师,主要从事生物质资源开发与利用研究。

动物生产性能,乳酸菌处理青贮饲料的霉变率低,适口性较好^[1~3]。目前,我国关于添加剂处理苜蓿青贮达到青贮饲料标准的报道不多,本试验旨在研究营养添加剂(糖蜜)、发酵促进剂(乳酸菌制剂、酶制剂)以及发酵抑制剂(甲酸)对苜蓿青贮饲料品质的影响,以寻求有效、可行的处理工艺,为调制高品质的苜蓿青贮饲料提供依据。

1 材料与方法

1.1 青贮饲料的调制

原料选用美国德菲(Derfy)紫花苜蓿,初花期,经晾晒获得苜蓿 1(含水率 71%~73%)和苜蓿 2(含水率 62%~64%)。原料成分见表 1。

将原料揉切至 1~4 cm 长,经不同添加剂处理

表 1 青贮原料成分

Table 1 Components of raw material

原料	含水率/ %	质量分数 w/ %					
		干物质	粗蛋白质	NDF	ADF	ADL	粗灰分
苜蓿 1	71~73	27.52	3.56	36.81	30.78	3.73	12.87
苜蓿 2	62~64	36.59	5.26	36.81	29.28	4.12	12.07

注: NDF, ADF 和 ADL 分别为中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和酸性洗涤木质素;粗蛋白质于湿样基础上测得。

后,紧实装填于约 150 L 的青贮桶内。试验设计为随机区组设计,2 次重复。2 种原料各设糖蜜、乳酸菌、酶制剂、乳酸菌+酶制剂和甲酸等 5 个添加剂处理组及对照组。

添加剂及其添加量:糖蜜,添加量为 3%(质量分数);乳酸菌制剂(LB, Pioneer brand 11A44, 美国 Pioneer Hi-Bred International 公司生产,每 g 约为 10^9 菌落形成单位),每 kg 饲料(FM)添加 0.5 g;酶制剂(ENZ, 日本 Snow Brand Seed 公司生产),每 kg 饲料(FM)添加 0.033 g;甲酸(化学纯),添加量为 0.4%(质量分数)。

青贮桶在常温(20~25℃)下贮存,2 个月 after 开封。

1.2 指标评定

1) 现场评定。按照我国农业部 1996 年颁发的《青贮饲料质量评定标准》,开封时就苜蓿青贮饲料的色泽、气味和质地等感官指标以及 pH 进行现场评定^[4]。

2) 实验室评定。干物质含量测定采用干燥法;pH 测定采用 pH 计;有机酸(乳酸、乙酸)含量测定采用高效液相色谱法^[5];挥发性脂肪酸含量测定采用气相色谱法^[6];纤维素(中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和酸性洗涤木质素(ADL))含量测定采用范氏纤维测定法^[7];粗蛋白质含量测定按照 GB 6432—86;氨态氮含量测定采用凯氏定氮法。

3) 生物评定(动物消化试验评定)。动物消化试验采用体外(瘤胃微生物)消化试验法,测定干物质消失率和 NDF 瘤胃降解率^[8]。

1.3 二次发酵试验

开封后,取样约 3.5 kg 放入绝热容器,通过检测其温度考察青贮饲料二次发酵情况。温度测定利用热电偶原理,采用智能多点数据采集系统,将各通道的热电偶测定端置于绝热容器中心处,室温((24±0.5)℃)下连续 6 d 采集容器内青贮饲料温度^[4,5],其温度在室温基础上升高 1℃ 即认为呈现不稳定状态^[9,10]。

1.4 数据分析处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS (11.0 for Windows) 进行处理,方差分析时,若处理效应差异显著($P < 0.05$),再采用 S-N-K 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同添加剂对青贮饲料现场评定指标的影响

青贮饲料的感官指标、干物质含量和 pH 的综合评定结果见图 1。经不同添加剂处理的苜蓿青贮饲料的等级均为良好,综合评定得分均高于对照组。苜蓿 1 处理组中,糖蜜、乳酸菌制剂、酶制剂、乳酸菌+酶制剂和甲酸处理组的综合评定得分分别比对照组提高 20%, 13%, 11%, 13% 和 22%;而苜蓿 2 各相应处理组分别比对照提高 17%, 9%, 7%, 9% 和 19%。由此可知,乳酸菌和酶制剂的添加对苜蓿青贮饲料的感官指标有一定的改善作用,两者共同作

Akira Abe. 碳水化合物为主的饲料分析法及其在饲料营养评价法上的应用[Z]. 日本农林水产省草地研究所资料, 2001. 21~36

用与单独作用效果没有明显差别。糖蜜和甲酸处理组的综合评定得分明显高于其他处理组,主要原因

为此 2 种添加剂可以提供酸性发酵环境,降低青贮饲料的 pH,从而提高了其发酵品质。

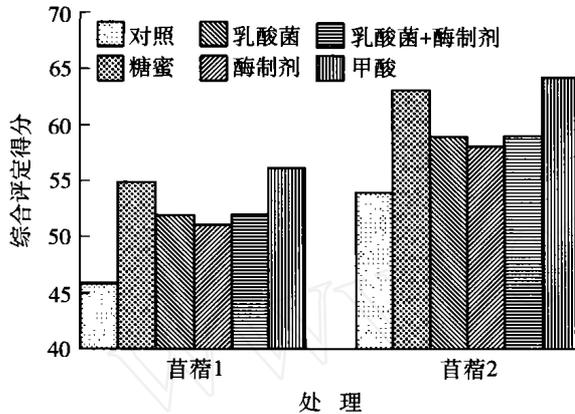


图 1 青贮饲料的感官指标、干物质含量和 pH 的综合评定结果(DM)
Fig. 1 Composite evaluation of silage of color, odor, texture, DM and pH

2.2 不同添加剂对青贮饲料实验室评定指标的影响

1) 对各有机酸含量及总酸组成的影响。各有机酸含量及总酸组成可以反映青贮饲料的发酵品质,其中对发酵过程影响最大的是乳酸、乙酸和丁酸。表 2 示出青贮饲料有机酸含量、各有机酸与总酸的质量比,以及基于 Flieg 法的评定结果。指标评定结果表明,与对照相比,糖蜜使苜蓿 1 和苜蓿 2 青贮饲料的乳酸与总酸质量比分别提高 47 %和 32 %,乙酸降低 38 %和 39 %,丁酸降低 37 %和 25 %。甲酸的添加则在不影响苜蓿 1 青贮饲料乳酸与总酸质量比的情况下,使乙酸降低 31 %,未检测出丁酸;使苜蓿

2 青贮饲料的乳酸含量提高 21 %,乙酸降低 25 %。这 2 种添加剂有效提高了苜蓿的青贮品质,综合评价均为优等。乳酸菌制剂单独作用及乳酸菌与酶制剂的共同作用使青贮饲料中乳酸含量及其与总酸质量比下降,乙酸含量及其与总酸质量比升高,同时又使丁酸的产生量降低,其原因主要是乳酸菌制剂的添加使青贮饲料中的乳酸菌以异型发酵为主,产生乳酸的同时还产生了乙酸和乙醇。分析结果表明处理组的总酸含量与对照组之间无显著差异 ($P > 0.05$)。由于总酸组成中最主要的成分是乙酸和乳酸,所以乙酸产生速度较快且量较大,在一定程度上抑制了乳酸的产生。

表 2 青贮饲料有机酸质量分数 w 及各有机酸与总酸的质量比(FM)

Table 2 The organic acid content, ratio of organic acid to total acid %

青贮饲料种类	w				$m(\text{有机酸})/m(\text{总酸})$		
	乳酸	乙酸	丁酸	总酸	乳酸	乙酸	丁酸
苜蓿 1	1.27	1.04	0.03	2.56	49.52(15)	40.74(14)	1.09(43)
	2.52	0.88	0.02	3.47	72.57(25)	25.33(22)	0.69(45)
	0.49	1.47	0.01	2.27	21.81(1)	64.91(0)	0.22(48)
	1.10	1.23	0	2.36	46.62(14)	52.00(9)	0 (50)
	0.77	1.42	0.02	2.45	31.30(6)	57.92(6)	0.78(45)
	1.28	0.74	0	2.63	48.45(15)	28.16(20)	0 (50)
苜蓿 2	1.69	1.33	0.01	3.08	55.11(18)	43.18(13)	0.16(48)
	2.95	1.07	0.01	4.05	72.94(25)	26.43(21)	0.12(48)
	1.01	1.62	0	2.69	37.66(9)	60.23(0)	0 (50)
	1.33	1.62	0	2.99	44.36(13)	54.12(7)	0 (50)
	0.96	1.81	0	2.84	33.88(7)	63.56(0)	0 (50)
	1.49	0.72	0.01	2.25	66.55(24)	32.22(18)	0.22(48)

注:括号内数字为基于 Flieg 法的单项评定得分。

2) 对纤维素含量的影响。青贮饲料的纤维素含量见表 3。不同处理组 ADF 和 ADL 含量与对照组

均无显著差异 ($P > 0.05$),这说明不同添加剂对降低苜蓿青贮饲料中 ADF 和 ADL 含量没有明显作

用。糖蜜处理和乳酸菌 + 酶制剂处理组的 NDF 含量明显低于对照组 ($P < 0.05$)。苜蓿 1 和苜蓿 2 青贮饲料 NDF 质量分数糖蜜处理组分别比对照组低 6% 和 5%, 乳酸菌 + 酶制剂处理组分别比对照组低

8% 和 5%; 所以, 苜蓿青贮时添加糖蜜和乳酸菌 + 酶制剂可以降低 NDF 含量, 从而提高苜蓿青贮饲料的营养价值。其他添加剂对纤维素含量均无明显作用。

表 3 青贮饲料中不同纤维素的质量分数

Table 3 The cellulose content of silage

青贮饲料种类	处 理	w (NDF)	w (ADF)	w (ADL)	青贮饲料种类	处 理	w (NDF)	w (ADF)	w (ADL)
苜蓿 1	对照	35.85	32.52	3.83	苜蓿 2	对照	37.48	31.78	4.15
	糖蜜	33.62	31.15	3.47		糖蜜	35.58	30.45	3.36
	乳酸菌	35.05	31.93	3.34		乳酸菌	36.65	32.9	4.14
	酶制剂	35.48	31.62	4.14		酶制剂	36.01	30.49	3.63
	乳酸菌 + 酶制剂	32.80	32.46	4.24		乳酸菌 + 酶制剂	35.74	30.37	3.8
	甲酸	35.68	32.25	3.94		甲酸	36.93	31.07	3.64

3) 对粗蛋白质含量及氨态氮与总氮质量比的影响。青贮饲料的粗蛋白质和氨态氮含量, 以及依据氨态氮与总氮质量 ($m(\text{总氮}) = m(\text{粗蛋白质}) /$

6.25) 比得到的青贮饲料品质评定得分见表 4。苜蓿青贮饲料的评定得分均超过 40 分, 处理组青贮饲料品质等级均为良好以上^[1]。

表 4 青贮饲料的粗蛋白质和氨态氮质量分数、氨态氮与总氮质量比及品质评定得分 (FM)

Table 4 The crude protein content, ratio of VBN to TN and evaluation of silage

青贮饲料种类	处 理	w(粗蛋白质)/%	w(氨态氮)/%	(m(氨态氮)/m(总氮))/%	评定得分
苜蓿 1	对照	6.09	0.05	5.28	48
	糖蜜	5.55	0.04	4.39	50
	乳酸菌	5.70	0.06	6.91	46
	酶制剂	6.66	0.06	5.31	48
	乳酸菌 + 酶制剂	5.71	0.05	5.97	48
	甲酸	5.49	0.03	3.41	50
苜蓿 2	对照	6.23	0.08	7.68	44
	糖蜜	7.81	0.06	4.40	50
	乳酸菌	8.58	0.06	4.48	50
	酶制剂	8.28	0.07	5.17	48
	乳酸菌 + 酶制剂	8.38	0.06	4.47	50
	甲酸	7.44	0.04	3.69	50

注: 评定得分依据氨态氮与总氮质量比得出。

a. 苜蓿 1 青贮饲料。糖蜜和甲酸的添加在一定程度上抑制了蛋白质和氨基酸的分解, 使这 2 个处理组评定得分均比对照组高 4%; 乳酸菌制剂处理组评定得分比对照组低 4%, 降低了青贮饲料的质量。

b. 苜蓿 2 青贮饲料。除酶制剂处理组的评定得分比对照组高 9% 外, 其他处理组的评定得分均为满分, 比对照组提高 14%; 各添加剂处理的氨态氮与总氮质量比均明显低于对照, 改善了青贮饲料

品质。方差分析结果表明, 不同添加剂对苜蓿青贮饲料中粗蛋白质含量均无显著影响 ($P > 0.05$)。

2.3 不同添加剂对青贮饲料生物评定指标的影响

青贮饲料的动物消化指标干物质消失率和 NDF 瘤胃降解率见表 5。方差分析结果表明, 不同处理组青贮饲料的干物质消失率之间无显著差异 ($P > 0.05$), 但其 NDF 瘤胃降解率均明显高于对照组 ($P < 0.05$)。苜蓿 1 糖蜜、乳酸菌制剂、酶制剂、乳酸菌 + 酶制剂和甲酸处理组的 NDF 瘤胃降解率

分别比对照组高 10%, 26%, 17%, 23% 和 19%; 苜蓿 2 各相同处理组 NDF 瘤胃降解率分别比对照组高 22%, 18%, 25%, 26% 和 14%。由此可知, 所选添加剂均可提高苜蓿青贮饲料的 NDF 瘤胃降解率,

提高其动物消化率, 其中乳酸菌 + 酶制剂的作用效果最好。乳酸菌制剂、酶制剂和甲酸的作用虽然没有降低苜蓿 1 和苜蓿 2 青贮饲料中纤维素的含量, 但动物消化率明显提高。

表 5 青贮饲料的生物评定指标

Table 5 Evaluate indexes of biology of silage

原料	处 理	干物质 消失率	NDF 瘤胃 降解率	原料	处 理	干物质 消失率	NDF 瘤胃 降解率
苜蓿 1	对照	64.70	31.64	苜蓿 2	对照	66.55	36.91
	糖蜜	67.65	34.87		糖蜜	68.10	44.92
	乳酸菌	65.41	39.74		乳酸菌	67.87	43.52
	酶制剂	65.66	37.02		酶制剂	69.42	46.04
	乳酸菌 + 酶制剂	64.12	38.90		乳酸菌 + 酶制剂	66.29	46.36
	甲酸	64.82	37.6		甲酸	67.32	41.98

2.4 不同添加剂对青贮饲料二次发酵的抑制作用

苜蓿 1 和苜蓿 2 青贮过程中各处理温度的变化趋势大体相同, 均在存放初期温度迅速升高, 保存约 70 h 达到温度高峰。图 2 示出青贮饲料温度上升 1

时的存放时间。青贮过程中苜蓿 1 糖蜜处理组温度未出现不稳定状态, 乳酸菌制剂和甲酸处理组温度上升 1 的时间与对照组相差不大, 酶制剂处理组和乳酸菌 + 酶制剂处理组分别比对照组提前 24 和 25 h。对于苜蓿 2, 对照组温度未出现不稳定状态, 而不同添加剂处理组温度上升 1 的时间都较对照有不同程度的提前。由此可以说明, 除糖蜜可有效提高苜蓿 1 青贮饲料的好氧稳定性, 抑制其二次发酵之外, 其他处理对苜蓿青贮饲料的二次发酵均无明显抑制作用。

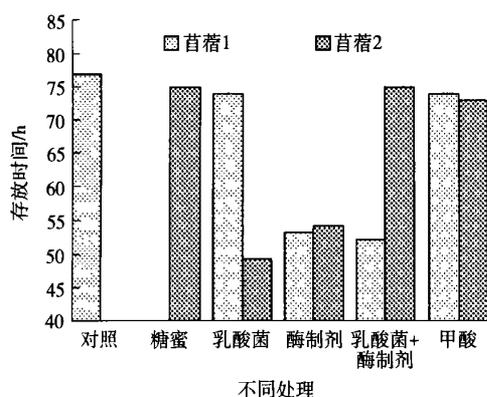


图 2 青贮饲料温度升高 1 时的存放时间

Fig. 2 The time interval when silage temperature was 1 above room temperature

2.5 含水率对青贮饲料品质的影响

苜蓿 2 (含水率 62% ~ 64%) 各处理组青贮饲料指标评定结果 (平均值) 与苜蓿 1 (含水率 71% ~ 73%) 相比, 感官评定指标和乳酸质量分数分别高 14% 和 27%, 干物质回收率、NDF 瘤胃降解率和干物质消失率分别高 4%, 18% 和 3%, NDF、粗蛋白质和氨态氮质量分数分别高 5%, 33% 和 24%, 粗灰分质量分数低 7%。这说明苜蓿 2 青贮饲料的发酵品质明显优于苜蓿 1, 并能在提高干物质回收率的情况下提高动物消化率; 但同时加剧了氨基酸和蛋白质的分解, 并使 NDF 含量增加, 降低了青贮饲料的营养价值。

3 结 论

1) 青贮时添加糖蜜可提高苜蓿青贮饲料的发酵品质, 促进乳酸发酵, 同时可提高青贮饲料的动物消化率和营养价值及氨态氮与总氮质量比的评定得分, 抑制蛋白质的分解, 并有效抑制苜蓿 (含水率 71% ~ 73%) 青贮饲料的二次发酵。

2) 添加乳酸菌制剂 (LB) 可明显提高苜蓿青贮饲料的感官、含水率及 pH 的综合评定得分和动物消化率, 并可抑制苜蓿 (含水率 62% ~ 64%) 青贮饲料中蛋白质和氨基酸的分解, 但降低了乳酸含量及其与总酸质量比, 降低了青贮饲料品质。

3) 添加酶制剂 (ENZ), 对苜蓿青贮饲料的感官指标有一定的改善作用, 能明显提高其发酵品质和动物消化率, 并使苜蓿 2 (含水率 62% ~ 64%) 各处理组氨态氮与总氮质量比明显降低。

4)同时添加乳酸菌和酶制剂可提高苜蓿青贮饲料的发酵品质、营养价值和动物消化率,但抑制了乳酸的发酵,乙酸产生量加大,使青贮饲料品质有所降低。

5)苜蓿 2(含水率 62%~64%)青贮饲料的发酵品质明显优于苜蓿 1(含水率 71%~73%),并能在提高干物质回收率的情况下,提高动物消化率,但同时加剧了氨基酸和蛋白质的分解,并使 NDF 含量增加,降低了青贮饲料的营养价值。

参 考 文 献

- [1] Muck R E. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. II. Fermentation products and starch hydrolysis[J]. Transactions of the ASAE, 1990, 33(2) : 373 ~ 381
- [2] Pitt R E, Liu Y, Muck R E. Simulation of the effect of additives on aerobic stability of alfalfa and corn silages [J]. Transactions of the ASAE, 1991, 34(4) : 1633 ~ 1641
- [3] Cai Yimin, Benno Yoshimi, Ogawa Masuhiro, Ohmomo Sadahiro, Kumai Sumio; Nakase Takashi [J]. Influence of *Lactobacillus* spp, from an inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp, from forage crops on silage fermentation. Applied and Environmental Microbiology, 1998, 64(8) : 2982 ~ 2987
- [4] 郭庭双, Sanchez M D, 郭佩玉. 秸秆养畜——中国的经验[A]. 粮农组织家畜生产及卫生文集[C]. 罗马: 联合国粮食及农业组织出版社, 2002. 73 ~ 91
- [5] 李友元, 陈长华, 陶萍. 高效液相色谱法测定螺旋霉素发酵液中的有机酸[J]. 色谱, 2002, 20(1) : 46 ~ 48
- [6] 黄森, 安晓宁, 李丽霞. 直接进样同时测定青贮饲料挥发性脂肪酸与乳酸的气相色谱法研究[J]. 畜牧兽医学杂志, 1989, (4) : 1 ~ 4
- [7] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999. 16 ~ 27
- [8] 胥清富, 陈杰, 王子荣, 等. 水牛唾液对瘤胃消化代谢影响的体外试验研究[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(2) : 83 ~ 86
- [9] Uriarte-archundia M E, Bolsen K K, Brent B E. A study of the chemical and microbial changes in whole-plant maize silage during exposure to air: effects of a biological additive and sealing technique[A]. The 10th International Silage Conference proceedings[C]. Scotland: Ayr KA6 5HW, 2002. 174 ~ 175
- [10] WYSS U. Influence of different factors on aerobic stability of maize silages [A]. The 10th International Silage Conference proceedings[C]. Scotland: Ayr KA6 5HW, 2002. 176 ~ 178