



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

读书报告

陈延娜

2019年6月16日



Aquaculture 303 (2017) 607–617



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquaculture



Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*)



Ikram Belghit^{a,*}, Nina S. Liland^a, Petter Gjesdal^a, Irene Biancarosa^{a,b}, Elisa Menchetti^a, Yanxian Li^c, Rune Waagbø^a, Åshild Krogdahl^c, Erik-Jan Lock^a

^a Institute of Marine Research, P.O. Box 1870, Nordnes, Bergen 5817, Norway

^b Department of Biology, University of Bergen, Thormøhlensgt 53 A/B, P.O. Box 7803, Bergen 5020, Norway

^c Department of Basic Sciences and Aquatic Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Norwegian University of Life Sciences (NMBU), P.O. Box 8146, Oslo 0033, Norway

目录



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

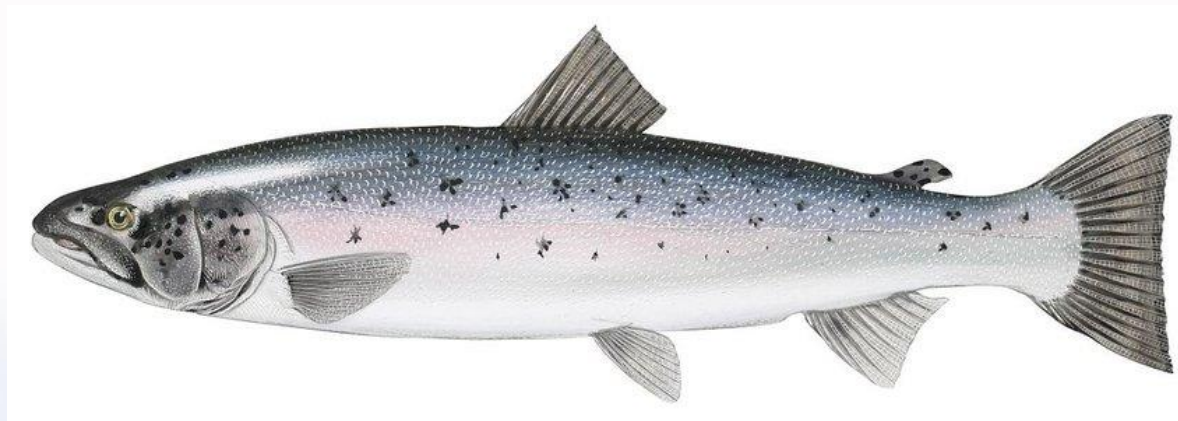
01 前言

02 材料方法

03 结果

04 总结

05 讨论



1.前言

鱼类饲料成分的选择和配方的制定对水产养殖业的影响很大。寻找营养合适且可持续的鱼粉和鱼油替代品是一个备受关注的研究领域,将昆虫作为陆地和水生动物饲料成分的研究每年都在持续增长。



1.前言

黑水虻（BSF）已被密切地关注，从1970s ,该物种已被用在动物饲料方面，因为它能将食物残渣转化为高含量的蛋白质。

BSF 幼虫含有大量蛋白质（约占40%干重）并具有均衡的必需氨基酸（Henry, 2015 ; Liland, 2017 ）。BSF 的幼虫也是脂质的良好来源，脂肪含量可达到 30%。



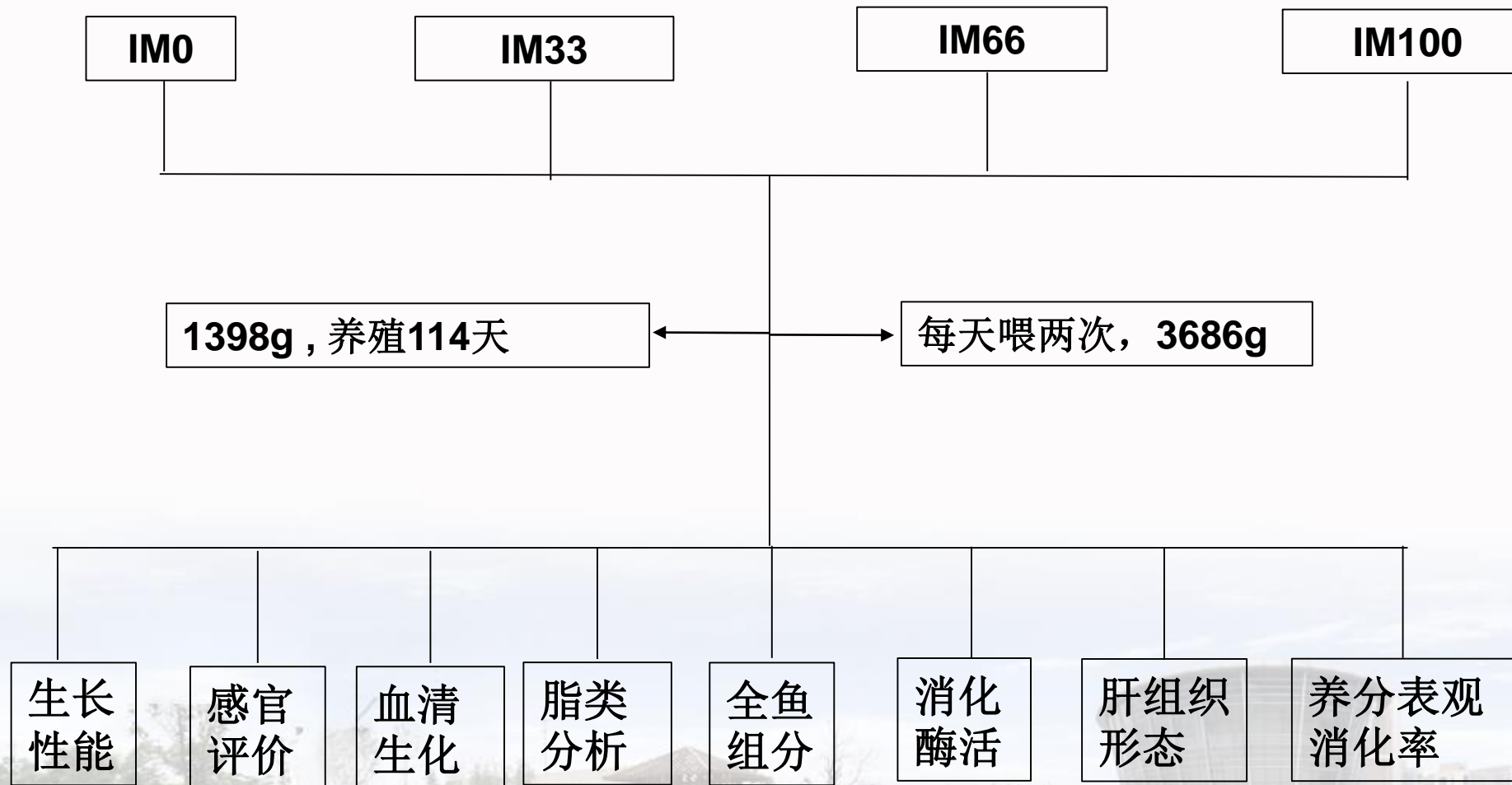
1.前言

大量的实验研究表明，用BSFLM替代鱼粉是可行的，并不会对鱼的生长产生不良影响（Belghit et al., 2018a; Cummins et al., 2017; Dumas et al., 2018; Elia et al., 2018; Lock et al., 2016; Magalhães et al., 2017; Renna et al., 2017）。

本文通过观察大西洋鲑的生长性能，营养成分利用效率，肝脏健康和鱼片感官品质，来研究用IM部分或全部替代鱼粉对大西洋鲑的影响。首次开展了用含有昆虫成分的饲料将大西洋鲑养到商用规格的实验（约4Kg）。



2.材料方法





2.材料方法

饲料配方及常规组分

Table 1

Formulation, proximate composition and amino acid composition (all analyses on wet-weight basis) of the four experimental diets fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*).

	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
Ingredients (%)				
Fishmeal LT94	10	6.67	3.33	0.0
Insect meal	0.0	4.91	9.84	14.75
Soy protein concentrate	25	25	25	25
Corn gluten meal	7.5	7.5	7.5	7.5
Wheat gluten meal	3.35	4.51	5.7	6.88
Pea protein concentrate 55	8.8	6.8	4.8	2.84
Fish oil	10.18	11.70	13.23	14.76
Rapeseed oil	20.95	18.86	16.79	14.73
Binder	12.32	12.08	11.72	11.24
Additives	1.89	1.96	2.1	2.29
Yttrium	1.0	1.0	1.0	1.0
Proximate analysis				
DM (%)	93	93	94	95
Crude Protein (%)	38	38	39	39
Crude Lipid (%)	29	29	29	29
Ash (%)	4.6	4.6	4.5	4.5
Carbohydrates (%)	11.6	11.5	11.5	11.4
Gross energy (MJ/kg)	24.6	24.9	24.8	25.0
TBARS (nmol/g)	3.0	3.4	4.2	4.9

2.材料方法

饲料必须氨基酸组成

Amino acid composition (g kg^{-1} diet)

Essential amino acids

His	8.5	8.6	8.0	8.8
Ile	14.0	15.0	14.0	15.0
Leu	33.5	34.0	32.7	34.0
Lys	20.5	20.0	19.5	20.0
Met	10.0	10.0	10.0	10.0
Phe	20.0	20.5	19.0	20.0
Thr	14.5	14.5	14.0	14.0
Val	16.5	17.5	16.5	18.0
Arg	22.5	22.0	20.0	20.6



2.材料方法

饲料脂肪酸组成

	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
12:0	< LOQ	0.5	1.2	2.3
14:0	2.2	2.7	3.2	3.6
16:0	8.5	8.8	9.0	9.0
18:0	3.0	3.0	3.0	3.0
18:1n-9	40.0	36.0	33.0	30.0
18:1n-7	2.5	2.3	2.2	2.0
18:2n-6	14.0	13.0	12.0	11.0
18:3n-3	6.5	5.7	5.6	5.0
18:4n-3	1.4	1.6	2.0	2.0
20:4n-6 ARA	0.2	0.2	0.2	0.3
20:5n-3 EPA	3.0	3.5	4.0	4.4
22:5n-3 DPA	0.3	0.3	0.4	0.4
22:6n-3 DHA	2.9	3.4	4.0	4.0
Sum saturated FA	15.0	16.0	17.0	19.0
Sum MUFA	55.0	53.0	52.0	50.0
Sum EPA + DHA	6.0	7.0	8.0	8.5
Sum n-3	15.0	15.0	16.5	17.0
Sum n-6	14.0	13.0	12.3	11.6
Sum PUFA	29.0	28.0	29.0	29.0
n-3/n-6	1.1	1.2	1.3	1.4
Total FA (mg/g)	265	265	248	277



3.结果 消化酶活性和总胆汁酸水平

	Diets				Linear regression	
	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀	R ²	P
Trypsin (ΔOD/mg DM)						
PI1	353	423	470	356	< 0.001	0.89
PI2	300	352	348	381	< 0.001	0.45
MI	107	177	139	165	< 0.001	0.38
DI1	92	109	111	125	0.023	0.29
DI2	78	62	47	82	< 0.001	0.99
Bile acids (μmol/g DM)						
PI1	209	234	228	217	< 0.001	0.91
PI2	176	214	172	179	< 0.001	0.75
MI	91	114	103	90	< 0.001	0.79
DI1	38	39	46	39	< 0.001	0.78
DI2	12	15	18	13	< 0.001	0.79
Leucine aminopeptidase (μmol/h/mg protein)						
PI	460	407	391	375	0.098	0.17
MI	180	187	205	175	< 0.001	0.94
DI	368	331	399	336	< 0.001	0.89



3.结果

生长和血清生化指标

	Diets			
	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
Growth parameters				
IW (g)	1398	1400	1386	1409
FW (g)	3702	3650	3721	3668
DGI	3.8	3.7	3.8	3.7
SGR	0.9	0.8	0.9	0.8
FI	1.9	1.9	1.9	1.9
FCR	1.1	1.1	1.1	1.1
CF	1.5	1.5	1.4	1.5
HSI	1.1	1.1	1.1	1.1
VSI	12.0	11.5	11.5	11.8
PPV	0.3	0.3	0.3	0.3
LPV	0.7	0.7	0.6	0.7
Hg and plasma clinical chemistry				
Hg (g/100 ml)	9.1	9.7	10.0	9.0
ALT (IU/l)	9.1	13.3	8.8	8.7
AST (IU/l)	765	694	631	587
Glu (mmol/l)	6.4 ^a	6.5 ^{ab}	7.4 ^b	6.1 ^a
FFA (mmol/l)	0.7	0.6	0.8	0.7
TAG (mmol/l)	3.1	2.1	2.5	2.6
Chol (mmol/l)	6.6	7.1	7.0	6.6
T _{prot} (g/l)	41.4	44.8	45.6	42.6
Na ⁺ (mmol/l)	178	176	177	174

降低
23%

3.结果 生长和血清生化指标

饲料成分，脂肪酶，蛋白酶，氨基酸酶活力没有变化，这与生长指标没有受到影响的重要原因。

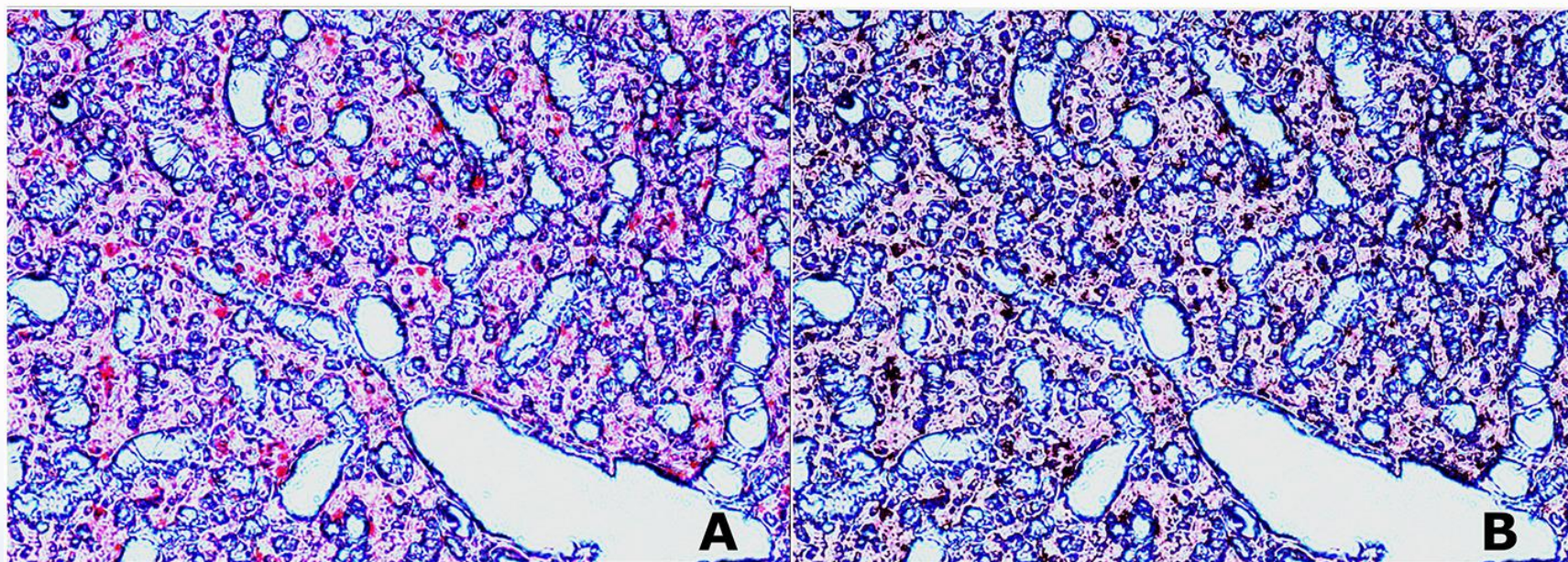
Kroeckel 等（2012）研究发现，鱼的采食量减少，可能是由于含有BSF的饲料不太可口引起的。

幼年大菱鲂和虹鳟鱼的生长和饲料利用减少（ Kroeckel等，2012； St-Hilaire等，2007 ）。可能是由于BSF膳食中甲壳素的存在，影响营养素的消化率，从而导致鱼类生长性能降低。



3.结果

肝脏脂质储存的评估



3.结果 肝脏脂类分析

		IM ₀	IM ₁₀₀
鞘磷脂	SM	4.2	3.7
卵磷脂	PC	19.7	16.4
丝氨酸磷脂	PS	2.1	2.0
肌醇磷脂	PI	3.1	4.4
心磷脂	CL	0.8	0.8
脑磷脂	PE	4.3	5.0
总极性脂质	Total polar lipid	34.1	32.3
甘油三脂	DAG	0.8	0.7
胆固醇	CHOL	3.3	3.3
游离脂肪酸	FFA	1.8	1.4
三酰甘油	TAG	29.4	22.4
总中性脂质	Total neutral lipid	35.3	27.8
总脂质	Total lipid	69.5	60.1

血清指标，肝脏切片，脂类分析结果：

IM包含对肝脏健康，脂滴存储，脂类组成没有显著影响。



3.结果

生长和血清生化指标

喂食脱脂BSF幼虫粕的鱼的肝细胞脂质含量下降（Li ,et al, 2017）。昆虫外骨骼中几丁质及其衍生物可降低FA合成，并增加肝脏TAG的水解（Zhang et al, 2008）。

这与作者结果不一致，可能是因为本研究所用昆虫粉的几丁质含量较低导致的。



3.结果 氨基酸的表观消化率

	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
CP	84	83	83	82
CL	85	84	88	86
Amino acid				
Ala	87	83	85	86
Arg	93	90	91	91
Asp	78	74	75	77
Glu	90	87	90	91
Gly	82	78	78	78
His	87	83	84	84
Hyp	67	n.c.	n.c.	n.c.
Ile	86	82	84	84
Leu	89	85	87	88
Lys	88	83	84	85
Met	91	88	90	90
Phe	90	87	88	88
Pro	88	85	86	88
Ser	86	82	84	85
Tau	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Thr	80	76	77	78
Tyr	88	84	86	87
Val	86	82	84	85

3.结果

脂肪酸的表观消化率

	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
Fatty acid				
12:0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
14:0	92	85	86	85
16:0	82	77	78	79
18:1n-9	97	93	95	92
18:1n-7	92	86	89	85
18:2n-6	97	93	95	91
18:3n-3	98	95	97	94
20:1n-9	95	91	93	91
18:4n-3	99	97	99	96
20:4n-6 ARA	77	65	83	80
22:1n-11	98	93	93	90
20:5n-3 EPA	98	95	98	94
22:5n-3 DPA	93	90	94	90
22:6n-3 DHA	95	92	96	92
Saturated FA	93	89	91	88
Sum MUFA	97	93	94	91
Sum EPA + DHA	97	94	97	93
Sum n-3	98	94	97	93
Sum n-6	97	92	95	91
Sum PUFA	97	93	96	92

3.结果

小结：粗蛋白，粗脂质，氨基酸和脂肪酸的表观消化率不受昆虫粉的影响，说明昆虫粉不会影响实验鱼对饲料的利用度。





3.结果 全鱼的氨基酸组成

	Diets			
	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
Ala	9.9	9.8	10.1	10.0
Arg	9.1	9.1	9.4	8.9
Asp	16.3	16.0	16.4	16.7
Glu	20.6	19.9	20.9	20.8
Gly	9.8	9.7	10.4	9.4
His	4.0	4.0	4.1	4.1
Hyp	1.1	1.0	1.2	0.9
Ile	6.7	6.7	6.8	6.9
Leu	12.0	11.9	12.1	12.1
Lys	14.8	14.6	14.8	15.2
Met	4.8	4.8	4.9	4.8
Phe	6.4	6.5	6.6	6.4
Pro	6.6	6.5	6.9	6.6
Ser	6.7	6.7	6.9	6.7
Tau	0.8	0.8	0.9	0.8
Thr	7.5	7.4	7.6	7.5
Tyr	5.1	5.2	5.3	5.1
Val	7.8	7.7	7.9	8.0



3.结果 全鱼的脂肪酸组成

	Diets			
	IM ₀	IM ₃₃	IM ₆₆	IM ₁₀₀
12:0	< LOQ	0.5	1.0	1.6
14:0	2.0 ^b	2.4 ^a	2.7 ^a	3.0 ^a
16:0	9.1 ^b	9.4 ^b	9.5 ^{ab}	9.8 ^a
18:1n-9	38.3 ^a	36.5 ^b	34.1 ^c	32.6 ^d
18:1n-7	2.7 ^a	2.7 ^a	2.6 ^b	2.5 ^b
18:2n-6	13.2 ^a	12.7 ^b	12.3 ^c	11.9 ^d
18:3n-3	11.1 ^a	11.3 ^a	11.1 ^b	11.1 ^b
18:4n-3	0.8	0.8	0.9	0.9
20:4n-6 ARA	0.8	0.8	0.8	0.8
20:5n-3 EPA	2.2 ^b	2.3 ^b	2.5 ^a	2.6 ^a
22:5n-3 DPA	1.1 ^b	1.1 ^b	1.2 ^a	1.2 ^a
22:6n-3 DHA	4.2 ^d	4.5 ^c	4.8 ^b	5.2 ^a
Sum SFA	14.1 ^d	15.3 ^c	16.2 ^b	17.5 ^a
Sum MUFA	53.6 ^a	52.8 ^a	51.0 ^b	50.2 ^b
Sum EPA + DHA	6.4 ^d	6.8 ^c	7.3 ^b	7.7 ^a
Sum n-3	14.3 ^b	14.7 ^b	15.3 ^a	15.7 ^a
Sum n-6	15.6 ^a	15.1 ^b	14.4 ^c	14.0 ^c
Sum PUFA	30.2	30.1	30.0	30.0
n-3/n-6	0.9 ^b	1.0 ^b	1.1 ^a	1.1 ^a
Total FA (mg/g)	206 ^a	196 ^{ab}	189 ^b	190 ^b

鱼体脂肪酸组成是日粮脂肪酸组成的反应。

3. 感官评价

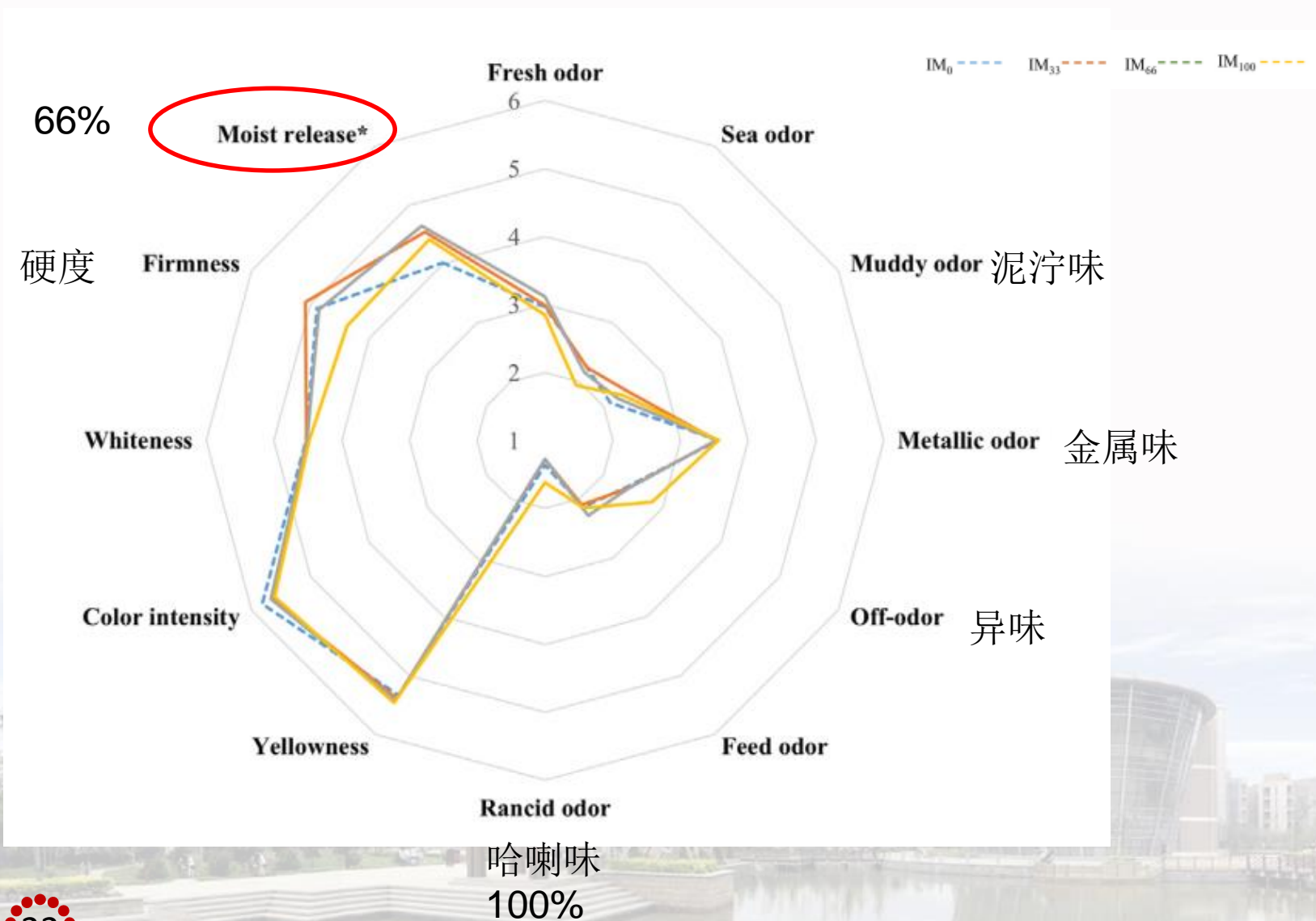
鱼饲料成分的改变会影响鱼片的颜色，味道和气味（Olsson 等，2003；Turchini 等，2009）。

在本研究中，肉的品质会不会受到影响？



3.结果

生鱼片感官评价



3.感官评价

熟鱼的哈喇味（4-5）高于生鱼片的（<1），可能是由于肌肉中高含量的HUFA在加热过程中更易氧化的结果(Medina, et al., 1998)。

根据目前的试验结果，可以得出：在鱼饲料中使用昆虫成分导致鱼片感官质量的微小变化。



3. 感官评价

Borgogno (2017) 发现饲喂IM的虹鳟鱼片的香气，风味和质地存在差异，与饲喂FM的鱼相比，饲料中添加IM的鱼片中金属味增加。

然而，其他饲养试验未发现用昆虫饲料喂养的鱼片的任何感官差异 (Lock等, 2016 ; Sealey等, 2011) 。

结果不一致可能是因为所用的昆虫，昆虫基质，鱼的种类不同导致的。



总结

本研究评估了脱脂黑水虻对大西洋鲑鱼的生长性能，消化率，营养素的利用，肝脏健康和鱼片感官品质的影响。发现用昆虫粕替代**100%鱼粉**时，**仅仅在感官上**产生微小的影响。

因此，本文章的结论是：用**BSF**脱脂粉作为蛋白替代物是可行的。



- 1.检测指标较全面（如肝脏的健康）。
- 2.研究重点较突出（如检测氨基酸、脂肪酸、感官评价）。





河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

恳请各位老师批评指正

