

团体标准

T/CNSS 035—2025

食物蛋白质质量评价技术规范

Technical specification for evaluation of food protein quality

2025 - 02 - 28 发布

2025 - 02 - 28 实施

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国营养学会提出并归口。

本文件起草单位：中国疾病预防控制中心营养与健康所、中国营养学会、国家食品安全风险评估中心、中山大学、雀巢（中国）有限公司、安利（中国）日用品有限公司、珍奥双迪（大连）健康产业管理集团、汤臣倍健股份有限公司、安徽天凯生物科技有限公司。

本文件主要起草人：李敏、韩军花、李湖中、吴文璇、朱惠莲、高丽娟、罗蓉、王为、曾峥、黄远英、周瑾、高超、李耕华、马长宏、陈笑云。

食物蛋白质质量评价技术规范

1 范围

本文件规定了各类食品及原料的蛋白质质量评价方法。

本文件适用于各类食品及原料、膳食等的蛋白质质量评价。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蛋白质 protein

以氨基酸为基本单位，通过肽键连接起来的一类含氮大分子有机化合物，是人体必需的一类宏量营养素。

3.2

氨基酸 amino acid

同时含有一个或多个氨基和羧基的有机化合物。

注：氨基酸是组成蛋白质的基本结构单位。

3.3

必需氨基酸 essential amino acid; EAA

人体内不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得的氨基酸。

注：人体的9种必需氨基酸包括赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸和组氨酸。

3.4

食物蛋白质质量 food protein quality

食物蛋白质被消化吸收后，满足人体对必需氨基酸生理需要量的程度。

3.5

蛋白质消化率 protein digestibility

在消化道内被吸收的蛋白质占摄入蛋白质的百分比。

注：蛋白质消化率是反映食物蛋白质在消化道内被分解和吸收程度的一项指标。包括蛋白质真消化率和蛋白质表观消化率。

3.6

蛋白质真消化率 true protein digestibility

在考虑粪代谢氮时，消化道内被吸收的蛋白质占摄入蛋白质的百分比。

注：计算公式见式（1）。

$$\text{蛋白质真消化率 (\%)} = \frac{\text{摄入氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{摄入氮}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中：

摄入氮——食物中的氮含量；

粪氮——粪便中的氮含量；

粪代谢氮——完全不摄入蛋白质时，粪中的含氮量。

3.7

氨基酸评分 amino acid score; AAS

将被测食物蛋白质的必需氨基酸组成与参考氨基酸评分模式进行比较，计算每种必需氨基酸的分值，以最低值作为被测食物蛋白质的AAS值。

注：计算公式见式（2）。

$$\text{AAS} = \frac{\text{每克被测食物蛋白质中某种必需氨基酸含量 (mg)}}{\text{参考氨基酸评分模式中每克蛋白质中该必需氨基酸含量 (mg)}} \dots\dots\dots(2)$$

3.8

蛋白质消化率校正的氨基酸评分 protein digestibility corrected amino acid score; PDCAAS

食物蛋白质的氨基酸评分（AAS）与其蛋白质真消化率的乘积。

注：计算公式见式（3）。

$$\text{PDCAAS} = \text{AAS} \times \text{蛋白质真消化率 (\%)} \dots\dots\dots(3)$$

3.9

回肠氨基酸真消化率 true ileal amino acid digestibility

在考虑肠道内源性氨基酸时，回肠末端被消化吸收的氨基酸占摄入氨基酸的百分比。

注：计算公式见式（4）。

$$\text{回肠氨基酸真消化率 (\%)} = \frac{\text{摄入氨基酸} - (\text{回肠氨基酸排泄量} - \text{肠道内源性氨基酸})}{\text{摄入氨基酸}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

式中：

摄入氨基酸——食物中的氨基酸含量；

回肠氨基酸排泄量——回肠末端食糜的氨基酸含量；

肠道内源性氨基酸——完全不摄入蛋白质时，回肠末端食糜的氨基酸含量。

3.10

可消化必需氨基酸评分 digestible indispensable amino acid score; DIAAS

每克被测食物蛋白质中可消化的必需氨基酸含量与参考氨基酸评分模式进行比较,计算每种必需氨基酸的分值,以最低值作为被测食物蛋白质的DIAAS值。

注:计算公式见式(5)。

$$\text{DIAAS} = \frac{\text{每克被测食物蛋白质中某种可消化的必需氨基酸含量 (mg)}}{\text{参考氨基酸评分模式中每克蛋白质中该必需氨基酸含量 (mg)}} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

式中:

可消化的必需氨基酸含量——被测食物中必需氨基酸含量与其回肠氨基酸真消化率的乘积。

4 食物蛋白质质量评价方法

4.1 PDCAAS 评分法

4.1.1 食物蛋白质和氨基酸含量的测定

采用国家标准,无国家标准可参考行业标准或权威方法。

4.1.2 单一蛋白质来源食物

4.1.2.1 食物蛋白质氨基酸评分(AAS)

根据参考氨基酸评分模式(表1),按式(2)计算被测食物蛋白质的AAS值,以最低值作为被测食物蛋白质的AAS值。

表1 参考氨基酸评分模式

单位为毫克每克蛋白质

种类	年龄/岁					
	<0.5	0.5~	1~	3~	15~	18~
组氨酸	21	20	18	16	16	15
异亮氨酸	55	32	31	30	30	30
亮氨酸	96	66	63	61	60	59
赖氨酸	69	57	52	48	47	45
蛋氨酸+半胱氨酸	33	27	25	23	23	22
苯丙氨酸+酪氨酸	94	52	46	41	40	38
苏氨酸	44	31	27	25	24	23
色氨酸	17	8.5	7.0	6.6	6.3	6.0
缬氨酸	55	43	41	40	40	39

4.1.2.2 食物蛋白质 PDCAAS 值

已知被测食物蛋白质真消化率，按4.1.2.1计算食物蛋白质AAS值，再按式（3）计算被测食物蛋白质PDCAAS值。

考虑食品加工对蛋白质质量的影响或者缺乏被测食物蛋白质真消化率的数据时，可采用动物实验测定被测食物蛋白质真消化率，再按上述方法计算PDCAAS值。

单一蛋白质来源食物的PDCAAS值的计算举例见附录A的表A.1。

4.1.3 混合蛋白质来源食物

对于两种及两种以上蛋白质来源的食物，如果不考虑食品加工对蛋白质质量的影响，可根据被测食物中不同来源蛋白质真消化率，按以下步骤计算被测食物蛋白质PDCAAS值。

a) 按式（6）～式（8）计算混合食物中加权平均蛋白质真消化率。

$$\begin{aligned} & \text{每种蛋白质来源的食物中可消化蛋白质含量 (g)} \\ & = \text{食物蛋白质含量 (g)} \times \text{该种食物的蛋白质真消化率 (\%)} \cdots \cdots (6) \end{aligned}$$

$$\text{混合食物中可消化蛋白质总量 (g)} = \sum \text{每种蛋白质来源的食物中可消化蛋白质含量 (g)} \cdots \cdots (7)$$

$$\text{混合食物中加权平均蛋白质真消化率 (\%)} = \frac{\text{混合食物中可消化蛋白质总量 (g)}}{\text{混合食物中蛋白质总量 (g)}} \times 100\% \cdots \cdots (8)$$

b) 采用可消化蛋白质含量和可消化氨基酸含量，按式（9）～式（12）计算混合食物中蛋白质AAS值（以赖氨酸为例）。

$$\begin{aligned} & \text{每种蛋白质来源的食物中可消化赖氨酸含量 (mg)} \\ & = \text{食物赖氨酸含量 (mg/g蛋白质)} \times \text{该种食物的可消化蛋白质含量 (g)} \cdots \cdots (9) \end{aligned}$$

$$\text{混合食物中可消化赖氨酸总量 (mg)} = \sum \text{每种蛋白质来源的食物中可消化赖氨酸含量 (mg)} \cdots \cdots (10)$$

$$\text{每克混合食物蛋白质中可消化赖氨酸含量 (mg)} = \frac{\text{混合食物中可消化赖氨酸总量 (mg)}}{\text{混合食物中可消化蛋白质总量 (g)}} \cdots \cdots (11)$$

$$\text{AAS}_{(\text{赖氨酸})} = \frac{\text{每克混合食物蛋白质中可消化赖氨酸含量 (mg)}}{\text{参考氨基酸评分模式中每克蛋白质中赖氨酸含量 (mg)}} \cdots \cdots (12)$$

同理，按上述方法计算其他必需氨基酸的AAS值，以最低值作为被测食物蛋白质的AAS值。

c) 按式（13）计算混合食物蛋白质PDCAAS值。

$$\text{PDCAAS}_{(\text{混合})} = \text{混合食物中蛋白质AAS值} \times \text{混合食物中加权平均蛋白质真消化率 (\%)} \cdots \cdots (13)$$

考虑食品加工对蛋白质质量的影响或者缺乏被测食物中不同蛋白质真消化率的数据时，可采用动物实验测定被测食物蛋白质真消化率，再按上述方法计算被测食物蛋白质PDCAAS值。

混合蛋白质来源食物的PDCAAS值的计算举例见附录A的表A.2。

4.1.4 基于PDCAAS评分的蛋白质质量评价标准

当PDCASS计算值超过1时记为1，即PDCAAS最高值为1。

被测食物蛋白质的PDCAAS值越接近1，表明该食物的蛋白质质量越高。

4.2 DIAAS 评分法

4.2.1 食物蛋白质和氨基酸含量的测定

采用国家标准，无国家标准可参考行业标准或权威方法。

4.2.2 单一蛋白质来源食物

已知被测食物回肠必需氨基酸真消化率，结合参考氨基酸评分模式（表1），按式（5）计算被测食物蛋白质DIAAS值。

考虑食品加工对蛋白质质量的影响或者缺乏被测食物回肠必需氨基酸真消化率的数据时，可采用动物实验、稳定同位素示踪技术等方法测定被测食物回肠必需氨基酸真消化率，按式（5）计算被测食物蛋白质DIAAS值。

单一蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例见附录A的表A.3。

4.2.3 混合蛋白质来源食物

对于两种及两种以上蛋白质来源的食物，如果不考虑食品加工对蛋白质质量的影响，可根据被测食物中不同来源蛋白质的回肠必需氨基酸真消化率数据，按式（14）～式（17）计算公式计算被测食物蛋白质DIAAS值（以赖氨酸为例）。

$$\begin{aligned} & \text{每种蛋白质来源的食物中可消化赖氨酸含量 (mg)} \\ & = \text{食物赖氨酸含量 (mg)} \times \text{该种食物的回肠赖氨酸真消化率 (\%)} \cdots \cdots (14) \end{aligned}$$

$$\text{混合食物中可消化赖氨酸总量 (mg)} = \sum \text{每种蛋白质来源的食物中可消化赖氨酸含量 (mg)} \cdots \cdots (15)$$

$$\text{每克混合食物蛋白质中可消化赖氨酸含量 (mg)} = \frac{\text{混合食物中可消化赖氨酸总量 (mg)}}{\text{混合食物中蛋白质总量 (g)}} \cdots \cdots (16)$$

$$\text{DIAAS}_{(\text{赖氨酸})} = \frac{\text{每克混合食物蛋白质中可消化赖氨酸含量 (mg)}}{\text{参考氨基酸评分模式中每克蛋白质中赖氨酸含量 (mg)}} \times 100 \cdots \cdots (17)$$

同理，按上述方法计算其他必需氨基酸的DIAAS值，以最低值作为被测食物蛋白质的DIAAS值。

考虑食品加工对蛋白质质量的影响或者缺乏被测食物回肠必需氨基酸真消化率的数据时，可采用动物实验、稳定同位素示踪技术等方法测定被测食物回肠必需氨基酸真消化率，按式（5）计算被测食物蛋白质DIAAS值。

无论单一蛋白质来源还是混合蛋白质来源的食物，DIAAS评分分为三个年龄段，小于0.5岁、0.5岁到小于3岁、3岁及以上，分别对应选择参考氨基酸评分模式（表1）中“<0.5”“0.5~”“3~”进行评分。

混合蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例见附录A的表A.4。

4.2.4 基于DIAAS评分的蛋白质质量评价标准

被测食物蛋白质的DIAAS值越高，表明该食物的蛋白质质量越高。

当混合蛋白质来源食物的DIAAS计算值超过100时记为100。

常见食物PDCAAS值和DIAAS值见附录B。

T/CNSS

附录 A

(资料性)

食物蛋白质PDCAAS值和DIAAS值计算举例

单一蛋白质来源食物的PDCAAS值的计算举例见表A.1。

表 A.1 单一蛋白质来源食物的 PDCAAS 值的计算举例

食物名称	蛋白质真消化率/%	氨基酸评分	PDCAAS
酪蛋白	99	1.19	1.00
鸡蛋蛋白	100	1.19	1.00
牛肉	98	0.94	0.92
豌豆粉	88	0.79	0.69
大豆浓缩蛋白	95	1.04	0.99
大豆分离蛋白	98	0.94	0.92
全麦	91	0.44	0.40

混合蛋白质来源食物的PDCAAS值的计算举例见表A.2。

表A.2 混合蛋白质来源食物的PDCAAS值的计算举例

食物名称	含量							可消化蛋白质含量	混合食物蛋白质含量	混合食物中可消化氨基酸含量					
	质量	蛋白质	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	蛋白质真消化率			赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸		
	g	g/100g	mg/g蛋白质				%			g	g	mg			
	A	B	C	D	E	F	G			$P=A \times B \times G/100$	$Q=A \times B/100$	$P \times C$	$P \times D$	$P \times E$	$P \times F$
小麦	400	13	25	35	30	11	0.85	44.2	52.0	1105.0	1547.0	1326.0	486.2		
鹰嘴豆	100	22	70	25	42	13	0.80	17.6	22.0	1232.0	440.0	739.2	228.8		
奶粉	35	34	80	30	37	12	0.95	11.3	11.9	904.4	339.2	418.3	135.7		
合计	—	—	—	—	—	—	—	73.1	85.9	3241.4	2326.2	2483.5	850.7		
氨基酸 (mg/g蛋白质) (每种可消化氨基酸的总量/可消化蛋白质总量)										44.3	31.8	34.0	11.6		
加权平均蛋白质真消化率 (P/Q) : 0.85															
年龄组 (岁)	评分模式: mg/g蛋白质				—	混合食物的氨基酸评分				PDCAAS: AAS最低值×加权平均蛋白质真消化率					
	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸		赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	—					
<0.5	69	33	44	17.0	—	0.64	0.96	0.77	0.68	0.55 (赖氨酸)					
0.5~	57	27	31	8.5	—	0.78	1.18	1.10	1.37	0.66 (赖氨酸)					
1~	52	25	27	7.0	—	0.85	1.27	1.26	1.66	0.73 (赖氨酸)					
3~	48	23	25	6.6	—	0.92	1.38	1.36	1.76	0.79 (赖氨酸)					

单一蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例见表A.3。

表A.3 单一蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例

食物名称	含量						回肠氨基酸真消化率				可消化必需氨基酸含量				—
	质量	蛋白质	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	
	g	g/100g	mg/g 蛋白质				%				mg				
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>C</i> × <i>G</i>	<i>D</i> × <i>H</i>	<i>E</i> × <i>I</i>	<i>F</i> × <i>J</i>	
奶粉	100	28	78	35	44	13	0.95	0.94	0.90	0.90	74.1	32.9	39.6	11.7	
年龄组 (岁)		评分模式 (mg/g 蛋白质)				—				DIAAS (必需氨基酸)				DIAAS	
		赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸					赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	—	
<0.5		69	33	44	17.0	—				1.07	1.00	0.90	0.69	69(色氨酸)	
0.5~		57	27	31	8.5	—				1.30	1.22	1.28	1.38	122(含硫氨基酸)	
3~		48	23	25	6.6	—				1.54	1.43	1.58	1.77	143(含硫氨基酸)	

混合蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例见表A.4。

表A.4 混合蛋白质来源食物的DIAAS值的计算举例

食物名称	含量						回肠氨基酸真消化率				混合食物蛋白质含量	混合食物中可消化必需氨基酸含量					
	质量	蛋白质	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸		赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸		
	g	g/100g	mg/g 蛋白质				%					g	mg				
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>		$Q=A \times B / 100$	$Q \times C \times G$	$Q \times D \times H$	$Q \times E \times I$		$Q \times F \times J$
小麦	400	11	28	38	29	12	0.82	0.895	0.86	0.91	44.0	1010.2	1496.4	1097.4	480.5	—	
豌豆	100	21	71	25	37	9	0.79	0.69	0.73	0.66	21.0	1177.9	362.3	567.2	124.7		
奶粉	35	28	78	35	44	13	0.95	0.94	0.90	0.90	9.8	726.2	322.4	388.1	114.7		
合计	535	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75.0	2914.3	2181.1	2052.7	719.9		
氨基酸 (mg/g 蛋白质) (每种可消化必需氨基酸的总量/蛋白质总量)											39.0	29.2	27.4	9.6			
年龄组 (岁)		评分模式 (mg/g 蛋白质)				—				DIAAS (必需氨基酸)				DIAAS			
		赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸					赖氨酸	含硫氨基酸	苏氨酸	色氨酸	—			
<0.5		69	33	44	17.0	—				0.56	0.88	0.62	0.57	56 (赖氨酸)			
0.5~		57	27	31	8.5	—				0.68	1.08	0.89	1.13	68 (赖氨酸)			
3~		48	23	25	6.6	—				0.81	1.27	1.10	1.46	81 (赖氨酸)			

附录 B
(资料性)
常见食物PDCAAS值和DIAAS值

常见食物PDCAAS值和DIAAS值见表B.1。

表B.1 常见食物PDCAAS值和DIAAS值

蛋白质来源	食物名称	PDCAAS	DIAAS
动物来源	牛奶浓缩蛋白	1.00	118
	全脂牛奶	1.00	114
	鸡蛋蛋白	1.00	113
	乳清分离蛋白	1.00	109
	乳清浓缩蛋白	1.00	97.3
	脱脂牛奶	1.00	—
	酪蛋白	1.00	131
	牛肉	0.92~1.00	111.6
	鸡肉	0.92~1.00	—
植物来源	大豆粉	0.93	89
	大豆分离蛋白	0.92~1.00	90~92
	豌豆浓缩蛋白	0.86	66~82.2
	鹰嘴豆	0.52~0.74	67~83
	豌豆粉	0.69	—
	燕麦(煮熟)	0.67	54.2
	黑豆(煮熟)	0.65	59
	豌豆(煮熟)	0.60	57.9
	稻米	0.44~0.57	47~57
	麸皮	0.53	41.1
	花生粉	0.52	—
	花生(烤)	0.51	43.4
	花生酱	0.45	46
小麦	0.35~0.54	40.2~43	

注：常见食物 PDCAAS 值和 DIAAS 值来源于文献资料，鉴于不同食物来源和加工工艺等因素可能对蛋白质质量产生显著影响，因此以上数值仅供参考。实际应用中，鼓励参考本文件的方法进行评价。

参考文献

- [1] FAO/WHO Expert Consultation. Protein quality evaluation. FAO Food Nutr Pap. 1991(51): 1-66.
- [2] WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organ Tech Rep Ser. 2007(935): 1-265.
- [3] FAO Expert Consultation. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food Nutr Pap. 2013(92): 1-66.

T/CNSS