《麦后复种绿肥种养结合技术规范》

编制说明

标 准 名 称：麦后复种绿肥种养结合技术规范

项 目 编 号：DB63JH-173-2022

制、修订类型：制　定

主要起草单位：青海大学农林科学院

归 口 单 位：青海省农业标准化技术委员会

起草时间：2022 年 3 月---2022 年 9 月

一、工作简况

（一）任务来源

2022 年 7 月 20 日，由青海大学农林科学院（青海省农林科学院）申请地方标准的立项，根据青海省市场监督管理局下达的《关于印发 2022 年青海省地方标准制修订项目计划的通知》(青市监函〔2022〕119 号文号)，批准《麦后复种绿肥种养结合技术规范》地方标准的制定（项目编号 DB63JH-173-2022)。

（二）起草单位

起草单位：青海大学农林科学院

（三）主要起草人

姓 名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
韩 梅	女	副研	青海大学农林科学院	负责标准的起草
孙小凤	女	研究员	青海大学农林科学院	田间试验
李正鹏	男	副研	青海大学农林科学院	负责试验示范
曹卫东	男	研究员	中国农业科学院农业资源与区划所	技术指导
严清彪	男	助研	青海大学农林科学院	负责试验示范
王 生	男	实验师	青海省农业技术推广总站	负责试验示范
柏章荣	女	农艺师	省农牧业区划遥感中心	负责数据整理

二、制定（修订）标准的必要性和意义

青海省河湟地区存在两季作物生长需求不足,一季作物有余,存在大量秋闲田。麦后复种豆科作物，利用秋闲田种植豆科作物与养牛羊结合，豆科作物地上部分可作为牛羊的饲料来源，根茬还田。这种模式不仅提升土地质量，开拓优质饲料来源、减轻草原和草山压力,而且可以充分利用土地和丰富的雨热等资源条件,大幅度增加农民收益，减少土地裸露，提高地面覆盖率，防止水蚀、风蚀等所导致的水土流失，提高化肥利用率，降低化肥污染环境等负面作用，促进我省绿色农业及可持续农业发展，同时加速畜牧业（包括育肥）进程。通过本项目的实施，实现节肥、增产、增效的目的，改良土壤和培肥地力，肥饲兼用，改善当地生态环境。

三、主要起草过程

(一) 前期研究基础

青海省农林科学院土壤肥料研究所，近年来，重点致力于耕作与绿肥、土壤培肥、地力提升等方面的研究，在绿肥复种、培肥、减施化肥等方面积累了较为丰富的研究基础，尤其是近几年实施的国家公益性行业科研专项“青海河湟温暖区绿肥作物复种技术研究与示范”、“青海高原绿肥作物种植和应用技术研究及示范”，青海省科技厅“青海高原长期施用绿肥对土壤氮库及氨氧化功能微生物的影响”等项目，为本规范的制定提供了大量、

翔实的实验数据和大面积推广应用资料，为制定本地方标准打下了坚实的基础。

(二) 成立起草小组，制定编制计划

标准制定计划下达后，项目承担单位及时成立了标准起草小组，讨论了标准的内容提纲以及工作计划，查阅了国内外同类标准及资料，并进行了收集、整理、对比分析，在相关研究成果的基础上进行了标准的编写。

(三) 试验总结、分析及整理

2009 年开始在贵德、循化、化隆、乐都、平安等地开展麦后复种豆科作物箭筈豌豆、毛苕子试验示范。经过多年试验示范结果，总结分析整理，于 2022 年 3 月-9 月起草完成了《麦后复种绿肥种养结合技术规范》。

(四) 征求意见，整理标准送审稿

初稿编写完成后，广泛征求意见，分别送交标准化管理、大学、研究所、企业等方面的专家审阅指导。汇集各方面专家的反馈意见后，通过反复讨论和修改，形成了《麦后复种绿肥种养结合技术规范》送审稿。

四、制定（修订）标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系(必要项)

(一) 制定原则

规程的整个起草过程严格按照工作计划进行，并遵循“科学性、合理性、先进性、实用性、普遍性”原则。

（二）制定依据

本规范根据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。

（三）与现行法律、法规、标准的关系

本规程在编写内容上，以国家和行业现有相关标准为基础，结合当前生产和发展实际情况，针对种养结合、提升地力等关键技术内容提出的技术指标。在生产上，是为本省麦后复种豆科绿肥种养结合技术做配套指导的地方标准。本规范是在国家相关的法规和强制性标准的基础上结合地方实际情况制定出来的，与现行的法律法规没有冲突。

五、主要条款的说明

（一）绿肥翻压及根茬对小麦产量和土壤理化性状的影响

1、试验方案

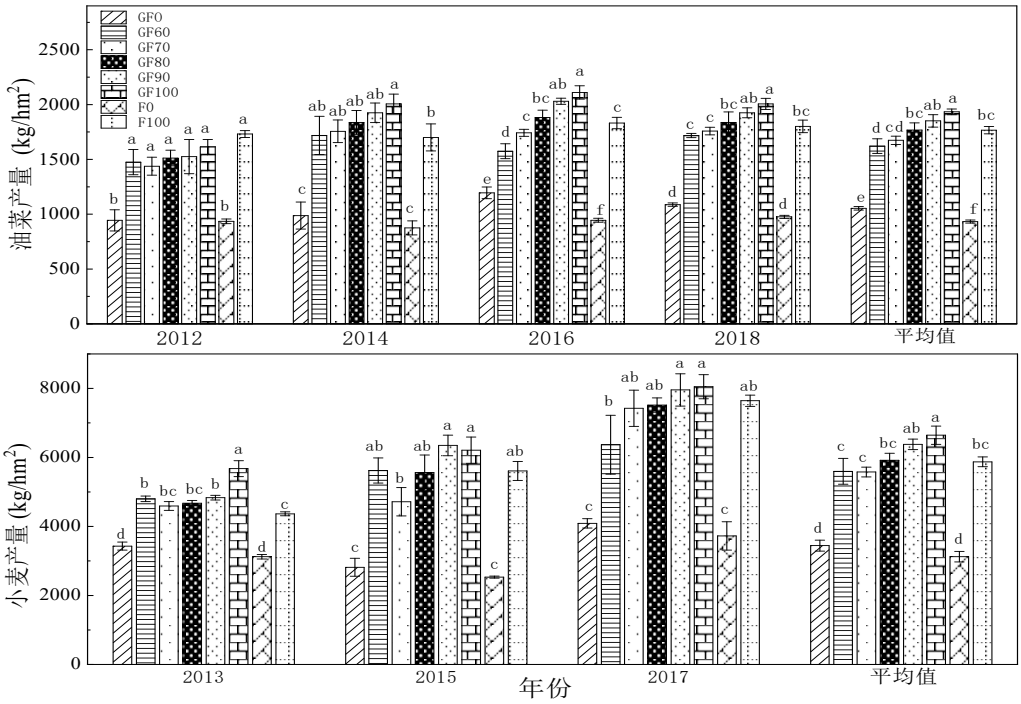
试验地位于青海省西宁市城北区农科院，是2010年布置的一个绿肥长期定位试验。该试验采用青海省绿肥作物适种区主栽作物小麦、油菜轮作模式，本年度以小麦为主作，试验采用随机区组设计。试验共设9个处理，分别为：（1）100%化肥+绿肥根茬（F100+G根茬）；（2）90%化肥+绿肥根茬（F90+G根茬）；（3）80%化肥+绿肥根茬（F80+G根茬）；（4）70%化肥+绿肥根茬（F70+G根茬）；（5）60%化肥+绿肥根茬（F60+G根茬）；（6）不施肥+绿肥根茬（F0+G根茬）；（7）70%化肥+绿肥翻压（F70+G翻压）；（8）不施肥（F0）；（9）100%化肥（F100）。其中100%化肥代表N 225.0kg/hm^2、P_2O_5 112.5kg/hm^2。绿肥根茬为绿肥收

获时地上部分作为饲草收割，地下部分翻压。4 次重复，小区面积 20.0m^2（5.0 m×4.0 m）。

2、结果与分析

(1) 绿肥根茬节肥对后茬作物产量的影响

2012~2018 年麦后复种绿肥减施化肥定位试验表明，留根茬处理产量均比单施化肥处理产量高，处理“F100+GR（留根茬）”比处理“F100”产量提高 10.02%，处理“F0+GR（留根茬）”比处理“F0”产量提高 12.58%，说明绿肥留根茬比不种绿肥增产效果好；在施 70%化肥条件下，处理“F70+GT（翻压）”比“F70+GR（留根茬）”处理产量高，增产 16.02%，说明翻压绿肥处理比绿肥留茬处理效果好；产量最高的处理为“F70+GT（翻压）”，处理“F100+GR（留根茬）”次之，高于单施化肥处理 5.05%~13.47%。处理“F80+GR（留根茬）”与单施化肥产量相当，也就是说翻压绿肥可减施化肥 30%，绿肥留根茬可减施化肥 20%，且小麦、油菜增产，且小麦、油菜增产 11.31%~21.05%（图 1）。



注：毛叶苕子鲜草翻压量为 30000 kg/hm²；100%化肥施肥量：N225 kg/hm²，$P_2O_5$150 kg/hm²；N 按 70%基肥、30%追肥施用、P 肥全部作基肥施用.油菜、小麦轮作，2012 年为油菜，2013 年为小麦。

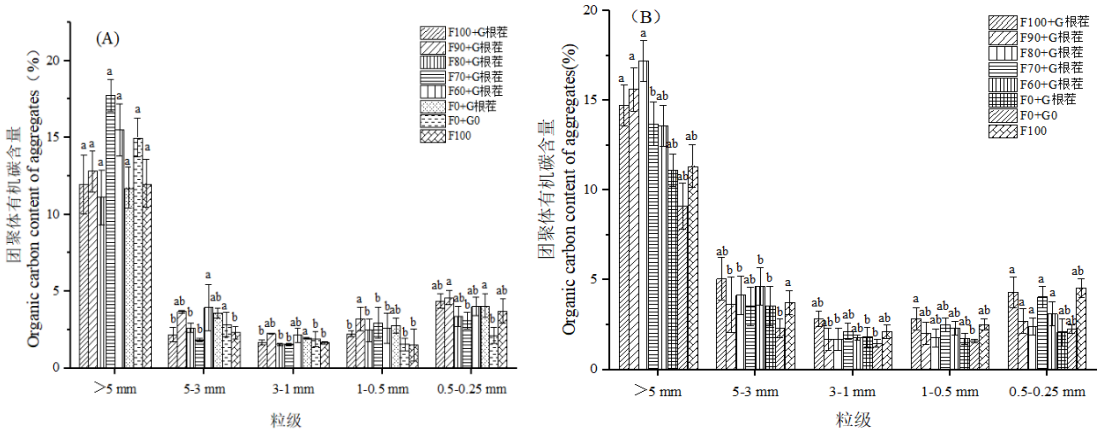
图 1 2012~2018 年小麦和油菜产量

（2）复种绿肥对土壤水稳性团聚体分布特征

小麦收获期和绿肥初花期土壤水稳性团聚体通过湿筛法得出，各粒级所占比例不同土壤水稳性团聚体分布特征（图 2）。在 0~20 cm 土层中，在两个时期对比水稳性团聚体的变化，在＞5 mm 粒级下所占比例最大，有机碳的含量分布最高，其次为小粒级 0.25~0.5 mm，其他三个粒级所占比例两个时期对比差别较小。图（A）所示，＞5 mm 粒级下有机碳含量显著高于其他粒级，同粒级不同处理相比较 F70+G 根茬＞F60+G 根茬＞F0+G0＞F90+G 根茬＞F100+G 根茬＞F100＞F0+G 根茬＞F80+G 根茬，该粒级下有机碳含量最高的为 F70+G 根茬，较有机碳含量最低的处理 F80+G 根茬高 5.54 g.kg^{-1}；在 3~5mm 粒级中，各处理之间差异较为显著，其中 F60+G 根茬为最高，其次为 F90+G 根茬，较含量最

低的 F70+G 根茬分别高出 1.49 和 1.14 g.kg^{-1}；1~3 mm 粒级与 1~0.5 mm 粒级下，各处理间差异不显著；0.25~0.5 mm 粒级中，各处理间差异显著，该粒级下团聚体有机碳含量最低的处理为 F0+G0 2.13 g.kg^{-1}，较最高的 F90+G 根茬和 F100+G 根茬含量分别低 2.44 和 2.30 g.kg^{-1}。

如图（B）可以看出，复种绿肥后各处理水稳性团聚体较收获期有所增长，＞5 mm 粒级下，同粒级不同处理相比较由大到小顺序为 F80+G 根茬＞F90+G 根茬＞F100+G 根茬＞F60+G 根茬＞F70+G 根茬＞F100＞F0+G 根茬＞F0+G0，最高的 F80+G 根茬为 17.35 g.kg^{-1}；在 3~5 mm 粒级中，F100+G 根茬有机碳含量为最高，处理 F60+G 根茬次之，分别为 5.05 和 4.65 g.kg^{-1}，含量最低的为 F0+G0，水稳性团聚体碳含量为 2.30 %；0.25~0.5 mm 粒级中，各处理之间差异较为显著，该粒级下有机碳含量最高的为 F100，F100+G 根茬与 F70+G 根茬次之；其他粒级各个处理间差异不显著。



注：（A）为收获期；（B）为绿肥初花期；下同。

图 3.2.8 不同时期水稳性团聚体分布

(3)土壤主要理化性状

种植绿肥 7 年后，由于绿肥的生长和根茬的分解，土壤性状发生了改变(表 2)。在小麦播种，抽穗和收获阶段，土壤 pH 值的变化趋势是相似的，与 F0 相比，F100 处理显著增加土壤 pH 值，而绿肥降低了土壤 pH 值。绿肥和化肥配施提高了土壤有机碳和总氮含量，GF70、GF60 和 GF80 处理有机碳含量分别在播种、抽穗期和收获期最高。播期，GF60、GF100 和 F100 处理土壤铵态氮含量显著高于其他处理，且 GF100 和 F100 处理在抽穗期和收获期最高。绿肥处理降低了 3 个生育期的硝态氮含量，速效氮以播种期 GF100 处理最高，抽穗期和收获期 F100 处理最高。西北地区秋季耕作绿肥优于休耕，持续种植绿肥显著增加了土壤有机碳和易氧化碳的含量，将绿肥纳入农业轮作可以影响土壤碳库，并有助于土壤有机碳储量。

表 2　三个生育阶段不同处理中的土壤理化性状

处理	pH 值	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	NH_4^+–N (mg/kg)	NO_3^-–N (mg/kg)	速效氮(mg/kg)
			播种期			
GF0	7.83±0.02f	17.76±0.10c	1.42±0.01bc	5.58±0.02b	8.43±0.21de	24.64±0.18cd
GF60	7.80±0.01ef	18.21±0.10b	1.44±0.02b	6.68±0.01a	10.26±0.22c	26.22±0.23bc
GF70	7.79±0.01f	18.65±0.02a	1.51±0.03a	4.95±0.31bc	8.71±0.22d	22.35±0.21def
GF80	7.87±0.01cd	17.77±0.02c	1.41±0.02bc	4.18±0.01d	9.23±0.23d	23.87±0.12de
GF90	7.89±0.01bc	18.12±0.05b	1.48±0.01ab	5.34±0.06bc	10.85±0.43c	21.73±0.50ef
GF100	7.92±0.01ab	16.69±0.03d	1.46±0.02b	6.43±0.59a	13.97±0.39b	29.34±0.51a
F0	7.78±0.01f	17.72±0.03c	1.35±0.02c	4.71±0.02cd	7.77±0.11e	20.27±0.56f
F100	7.94±0.02a	15.64±0.05e	1.41±0.04bc	7.05±0.03a	15.77±0.20a	27.12±1.70b
			抽穗期			
GF0	7.84±0.02c	16.64±0.08c	1.31±0.02bc	4.51±0.27d	12.22±0.30d	23.10±0.41c
GF60	7.80±0.01d	17.52±0.07b	1.39±0.01b	5.84±0.20c	14.33±0.22c	26.22±0.18b
GF70	7.79±0.01d	17.43±0.12b	1.45±0.03a	5.77±0.04c	13.62±0.50c	27.47±0.55b
GF80	7.86±0.01bc	15.22±0.02f	1.37±0.02b	6.33±0.39bc	14.06±0.30c	23.69±0.64c
GF90	7.87±0.01bc	17.84±0.09a	1.43±0.03ab	6.83±0.20b	15.11±0.19b	20.99±0.70d
GF100	7.89±0.01ab	15.09±0.03f	1.42±0.01ab	7.76±0.01a	15.44±0.65b	22.58±0.50c
F0	7.79±0.01d	16.12±0.05e	1.19±0.02c	4.74±0.20d	12.34±0.46d	19.25±0.35e
F100	7.93±0.02a	16.38±0.10d	1.35±0.04b	6.18±0.01bc	18.83±0.14a	29.34±0.19a
			收获期			
GF0	7.82±0.02cd	9.83±0.20bc	1.35±0.03b	7.13±0.20b	10.26±0.28d	23.36±0.51ef
GF60	7.78±0.01de	10.03±0.01b	1.42±0.01ab	5.81±0.32c	11.79±0.20c	27.25±0.97ab
GF70	7.76±0.01e	10.06±0.03b	1.47±0.02a	6.06±0.36c	10.52±0.41d	25.40±0.23cd
GF80	7.84±0.01c	10.31±0.02a	1.39±0.02b	5.65±0.02c	11.34±0.55cd	26.18±0.20bc
GF90	7.86±0.01bc	9.93±0.01b	1.45±0.01ab	4.80±0.01d	11.66±0.23c	23.94±0.16de
GF100	7.88±0.01ab	9.67±0.01cd	1.43±0.03ab	4.91±0.02d	14.47±0.51b	27.03±0.94abc

F0	7.77±0.01e	9.16±0.05e	1.32±0.01bc	6.25±0.03c	9.12±0.07e	22.12±0.47f
F100	7.90±0.01a	9.54±0.01d	1.36±0.03b	7.89±0.31a	16.23±0.23a	28.60±0.60a

注：同一时期同一列内不同字母表示处理间有显著差异(P<0.05).

(4) 豆科绿肥营养品质及相对饲喂价值

表3　豆科绿肥初花期产量及养分

绿肥作物	鲜重（t/hm^2）	干重 (t/hm^2)	干物质（%）	全氮累积量 (kg/hm^2)	全磷累积量 (kg/hm^2)	全钾累积量 (kg/hm^2)
毛叶苕子	40.77	5.28	12.95	160.94	17.52	88.93
箭筈豌豆	33.24	4.17	12.53	123.92	4.81	24.31

通过对毛叶苕子和箭筈豌豆初花期产量和养分测定，毛叶苕子较箭筈豌豆具有较高的鲜重和干重及N、P、K累积量。

表4　豆科绿肥营养品质

绿肥作物	粗蛋白质（%）	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	无氮浸出物 (%)	粗灰分 (%)	钙（%）	磷（%）	相对饲喂价值（RFV）/%
毛叶苕子	24.07	2.54	18.00	42.70	12.69	1.36	0.38	123.24
箭筈豌豆	23.96	1.64	23.48	41.97	11.81	1.62	0.37	190.15

毛叶苕子和箭筈豌豆含有较高的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等，具有较高的饲用价值。

（5）绿肥草对藏系羊饲喂效果

选择发育正常、健康且体重无统计学差异的 90 日龄藏羊断奶羔羊 18 只(9♂，9♀)，随机分为 3 组，每组 6 只(3♂，3♀)。预试期 10 d，正试期 60 d。试验羊每天饲喂 2 次(07：00~08：00、16：00~17：00) ，每天更换洁净饮水，自由采食及饮水。定时清理羊舍，保持圈舍清洁卫生，做好日常工作记录及试验羊健康状况记录等。

表 5　试验羊体重及日增重测定结果

组别	始重/ kg	末重/ kg	日增重/g
1 组	24.35±3.35	36.75a ±8.65	206.67a ±8.83
2 组	24.82±2.56	33.55b ±3.46	145.50b ±1.50
3 组	24.54±2.75	33.20b ±2.63	144.33b ±3.22

注：同列数据小写字母不同表示差异显著（ P<0.05)，小写字母相同表示差异不显著(P>0.05)。

由表 5 可知，1 组羊体重增长最快，末重、日增重均显著高于 2 组、3 组(P＜0.05)，2 组高于 3 组，但差异不显著(P＞0.05)。说明绿肥饲草有助于提高羊羔羊的体重、日增重，缩短育肥时间。

表 6　试验羊日粮消耗量及料重比测定结果

组别	总增重/(kg.只$^{-1}$)	日粮消耗量/(kg.只$^{-1}$)	料重比
1 组	12.32a ±3.05	70.54a ±5.34	5.73
2 组	9.85b ±3.65	60.75b ±4.65	6.17
3 组	8.94b ±2.67	60.34b ±3.75	6.78

注：同列数据小写字母不同表示差异显著（ P<0.05)，小写字母相同表示差异不显著(P>0.05)。

由表 6 可知：1 组总增重、日粮消耗量显著高于 2 组、3 组(P<0.05)，3 组高于 2 组，但差异不显著(P>0.05)；料重比 1 组＜2 组＜3 组，组间差异不显著(P>0.05)。说明绿肥饲草虽然日粮消耗量高，但料重比低，有助于提高育肥羊羔羊的收益。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准在制定过程中通过向青海省农林科学院、青海农业技术推广总站、青海省农作物种子站、中国科学院西北高原生物研究所、青海大学等 5 家与此技术生产有关大专院校、科研、生产、示范和推广单位的、管理人员征求了意见。共征集到 10 条意见，其中格式、单位等意见 4 条，内容修改意见 6 条，均采纳意见并修改完善。

2022 年 9 月 8 日，青海省农业农村厅组织青海大学、中国

科学院西北高原生物研究所、青海省农作物种子站、青海省畜牧兽医科学院等单位进行预审，专家共提出8条意见，均采纳意见并修改完善，并以附件形式附预审意见汇总表。（见附件）

七、贯彻实施标准的要求、措施等建议

该标准发布后，标准归口单位将组织我省小麦生产单位、企业、合作社等技术人员对该标准进行学习、实施及相应的培训工作。

八、预期的经济、社会效益及其他应说明的事项

通过麦后复种豆科绿肥，可节省肥料用量和培肥土壤，土壤有机质0.1%~0.2%,示范区主栽作物产量提高6~12 %,节肥25~30%。在农牧结合区可提供大量优质饲草，每亩价值400元以上。

通过麦产后复种豆科绿肥，不仅提升土地质量，开拓优质饲料来源、减轻草原和草山压力，而且可以充分利用土地和丰富的雨热等资源条件，大幅度增加农民收益，减少土地裸露，提高地面覆盖率，防止水蚀、风蚀等所导致的水土流失，提高化肥利用率，降低化肥污染环境等负面作用，促进我省绿色农业及可持续农业发展，同时加速我省农区畜牧业（包括育肥）进程。通过本项目的实施，实现节肥、增产、增效的目的，改良土壤和培肥地力，改善当地生态环境。本标准的复审时间为5年。（标准通过审查发布后的5年）

《麦后复种绿肥种养结合技术规范》

标准起草小组

二０二二年九月二日

附件：

预审意见汇总处理表

负责起草单位：

序号	标准条款	意见内容	提出意见专家	处理意见和理由
1	1	“规范”改为“文件”	李俊仁	采纳
2	1	将“海拔 2200 米，≥0℃积温 3000℃的地区适宜绿肥生产”改为“海拔 2400 米以下，年积温大于等于 0℃不低于 3000℃的地区小麦田中绿肥秸秆协同还田时使用”。	李宗仁、陈志国	采纳
3	2	明确“规范性引用文件”的引用	李毅	采纳
4	3	改正术语格式	王海庆	采纳
5	4	增加第 4 章“饲草产量指标”	李毅	采纳
6	5	将“经国家和省级审定或国家登记”改为“生产上大面积推广的”	李俊仁	采纳
7	5	将“青稞、燕麦、箭筈豌豆种子质量符合 GB 4404.1、GB 4404.5、GB6141 中的规定”改为“青稞种子质量符合 GB 4404.1、燕麦种子质量符合 GB 4404.5、箭筈豌豆种子质量符合 GB6141 中的规定”。	李毅	采纳

8	6.2	将“整个生长季节灌水 2 次～3 次”改为“整个生长季节根据墒情灌水 2 次～3 次”	陈志国	采纳
9	7	增加养殖部分	王磊	采纳
10	8	将第八章删去	王海庆	采纳