

# 中国国家地理

|封面|

黄海沙洲群  
首开中国海洋世遗纪录

|主打|

羌塘新化石  
能改写青藏高原的年龄吗？

睑虎因太萌而濒危，专家拒写新种栖息地获赞  
河北临漳：千佛被砸埋坑中，碎片复活成国宝

海带：倒着走遍中国海岸  
沙海求生：莫高窟没被鸣沙山掩埋之谜  
诺奖后青蒿素发现新功能  
CBD 过时了吗？

ISSN 1009-6337



9 771009 633193

# 中国 海带

## 从罕见的“舶来品” 到大众美味

撰文 | 刘夙 摄影 | 邱军 等

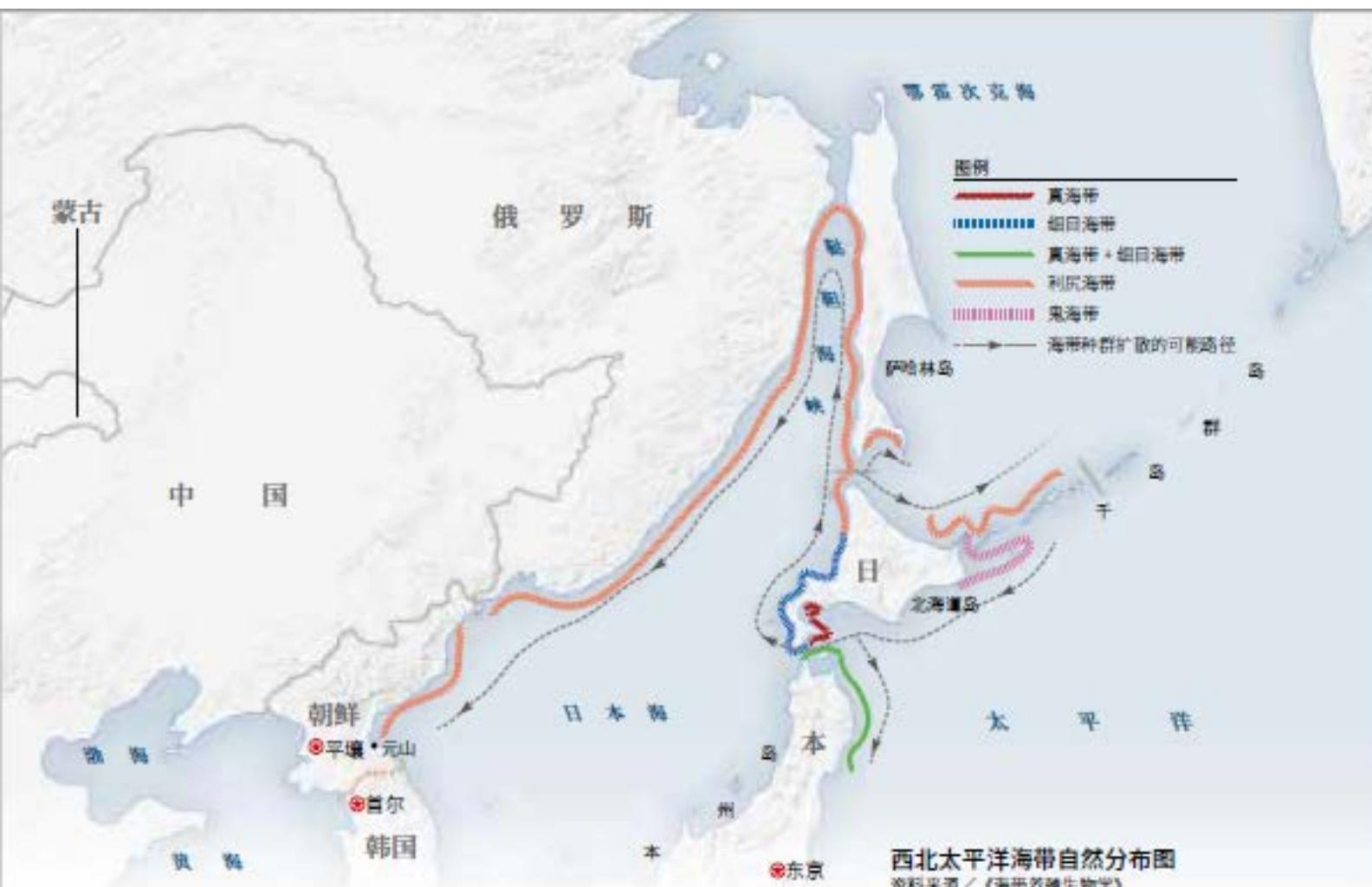
海带是一种喜冷水的大型海藻，它的天然形态堪称“庞大”，最长的个体可以达到20米以上，一般也有2—3米，与我们在日常餐桌上见到的海带丝有著巨大反差。尽管在当下的中国，海带是一种再普通不过的食物，但在过去，它并不常见。从远道而来，到生长范围几乎遍布沿海地区，海带在中国的故事，远比想象中精彩……



A wide-angle photograph capturing a scene in a harbor. In the foreground, a man wearing a light-colored cap and a blue long-sleeved shirt is bent over, working with a large green net or tarp. He appears to be managing a large quantity of dark, leafy seaweed that is hanging from above. The background is filled with numerous vertical stalks of seaweed, creating a dense, textured pattern of orange, red, and yellow hues against a bright sky. The water in the harbor reflects the surrounding colors.

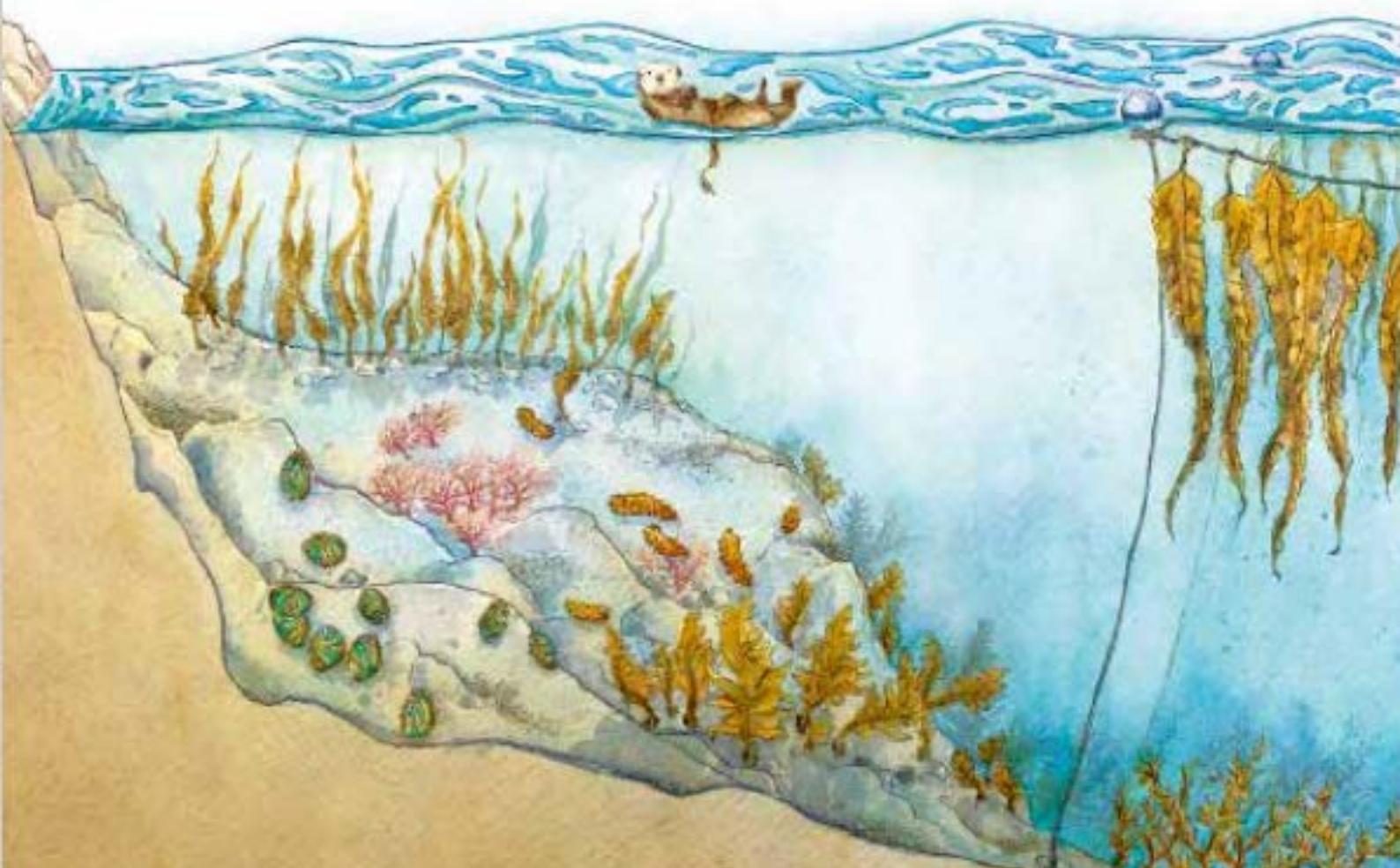
海带在我国属于外来种，直到20世纪20年代，才首次被引入到我国的北方沿岸。国内海藻学工作者不断对海带进行创新性培育，如今，北起辽宁、南到广东的沿海省份，都可以看到海带养殖的场景，而我国的海带收获量已稳居世界第一。摄影 / 夏东海

## 海带分布图



西北太平洋海带自然分布图  
资料来源／《海带养殖生物学》

海带自然分布于日本本州的金华山北至千岛群岛南部、北海道西岸、俄罗斯萨哈林岛西岸及鞑靼海峡沿岸至朝鲜元山附近。根据海带不同的分布海域及形态差异，可分为：真海带、细目海带、利尻海带、鬼海带。从海带种群扩散的可能路径不难看出，我国不是海带的“故乡”。

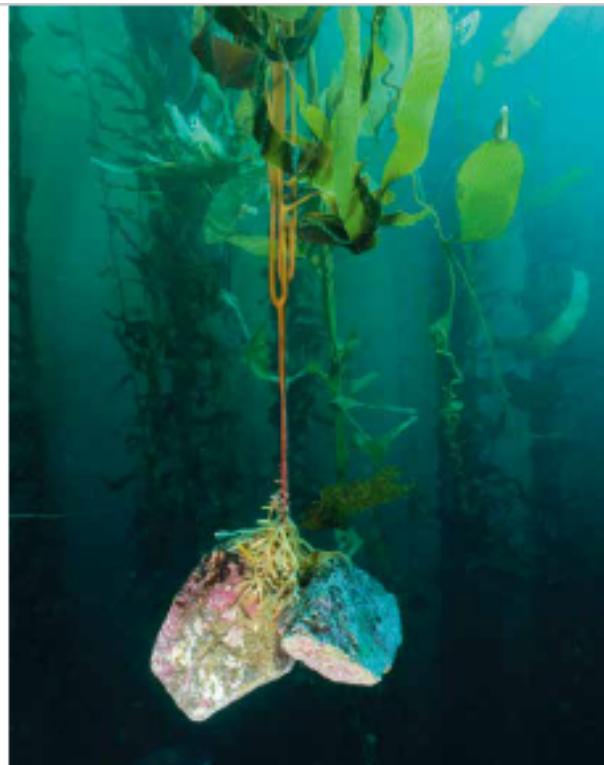


每年5、6月，海带收获的繁忙气氛充斥着山东荣成。这是一座位于山东半岛最东端的城市，浅海与滩涂分布在整条海岸线上，海带养殖的筏架从近海20米处向远海铺开，从海岸望去，“海带田”一眼望不到边。而在福建霞浦，收获的季节整整提前了一两个月。因为海带天性喜爱冷水，渔民们必须与水温“赛跑”，赶在天热之前完成几十万亩的筏架区海带收获。

像这样由筏架组成的海带养殖区域在我国近海并不少见。作为全世界海带收获量最大的国家，我国北起辽宁，南到广东，这些临海省份都有海带的身影。

## ■ 海带，其实不是植物

海带（学名 *Saccharina japonica*）在生物学上是褐藻纲海带目海带科海带属的一个种。20世纪以前，生物学界通常把所有生物只分成动物和植物两界；海带之类褐藻既是能进行光合作



### 适宜海带生长的海域，物种丰富多样

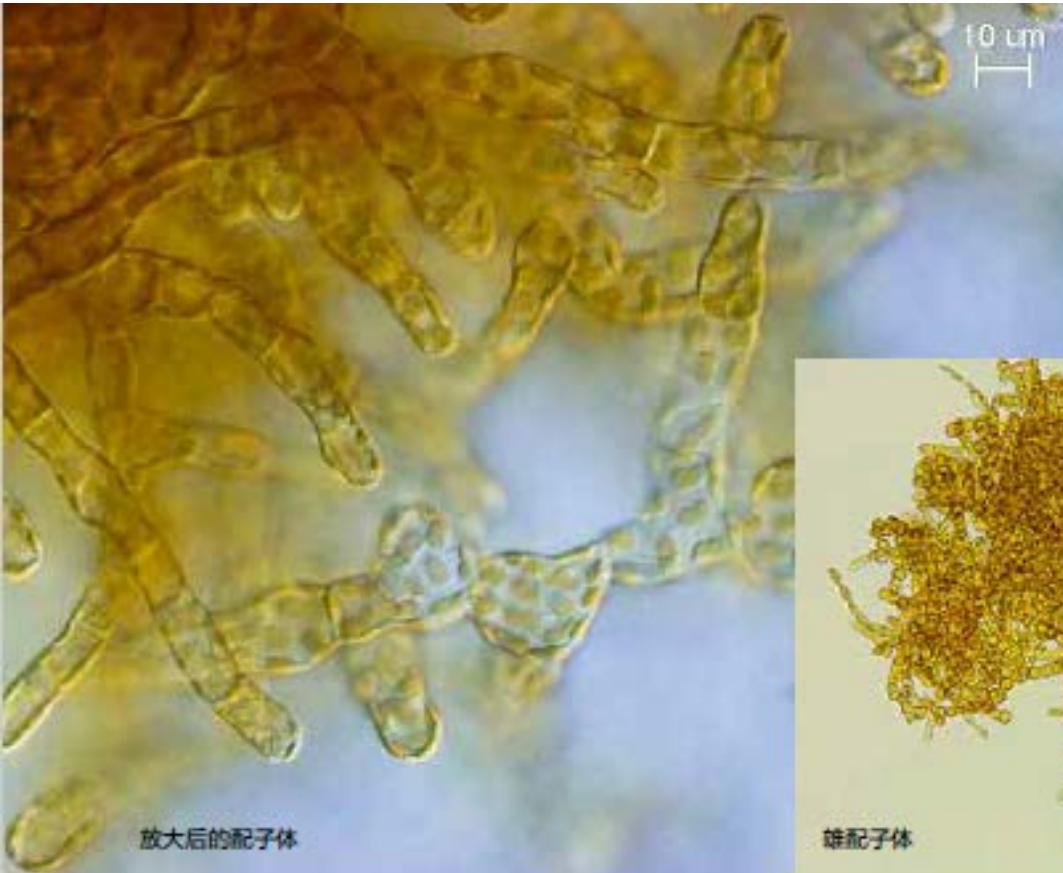
因为要进行光合作用，水色澄清、透明度高的浅海区更适合海带生长。野生海带自然生长在海底的岩石上（上图），养殖海带在水下呈吊养状态（下图），通常养殖的海带比自然生长的海带更宽、个头也更大。海带广布的海底区域通常营养盐丰富，也适宜鲍鱼、海参、海胆的生长。

野生海带及养殖海带  
生境图

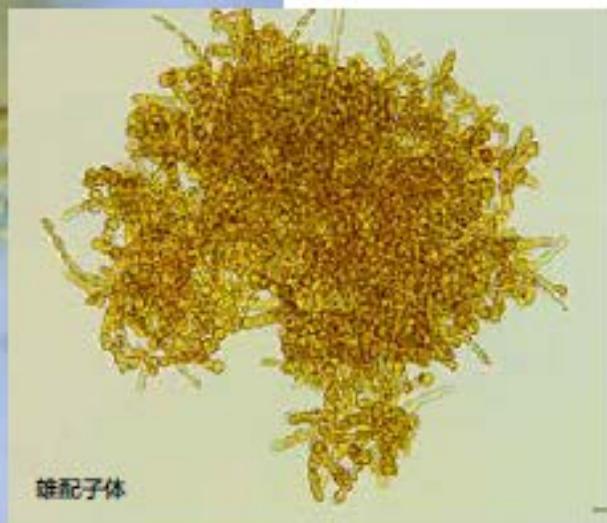
绘图／肖白  
资料提供／苏丽  
中科院海洋研究所  
海藻种质库 博士后

用的多细胞生物，又过着固着生活（自己不能运动），把它分到植物界自然顺理成章。尽管在1969年，美国生物学者魏泰克提出了影响力很大的“五界系统”，把生物重新分成了原核生物、原生生物、真菌、动物和植物5个界，但他仍然把褐藻类归入植物界。

直到新的研究方法广泛用于分类学研究之后，褐藻才被彻底“赶”出植物界。



放大的配子体

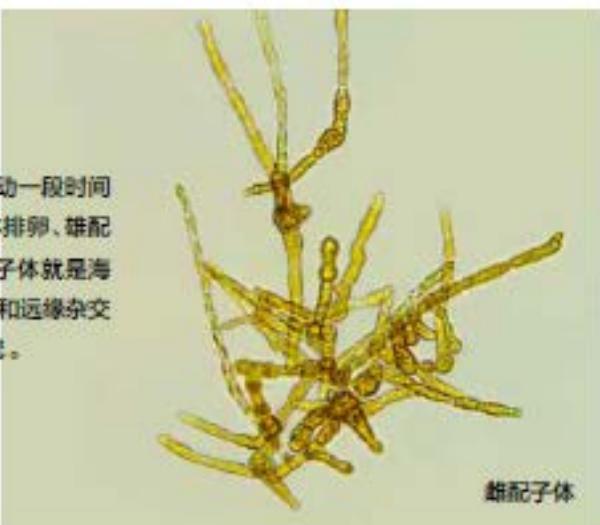


雄配子体

### 海带的前沿育种技术，离不开显微镜下配子体的研究

海带表面的孢子囊成熟后释放游孢子，游孢子游动一段时间后附着，进一步发育形成雌、雄配子体，雌配子体排卵、雄配子体排精，精卵结合受精后形成孢子体，这个孢子体就是海带幼苗。海带前沿技术，如单倍体育种、杂交育种和远缘杂交育种等育种技术的建立，都离不开对配子体的研究。

供图：中国科学院海洋研究所海藻种质库



雄配子体

今天我们知道，在那些细胞中有细胞核结构的“真核生物”（我们人类当然也是真核生物）中，所有能进行光合作用的物种的祖先都是通过“内共生”获得自己养活自己的能力。这些古老的单细胞生物本来只能靠吞食其他细胞维生，但如果机缘巧合，它们吞下的某种光合单细胞生物没有被立即消化掉，而是在它们体内一直存活，就有可能形成互惠的内共生关系——光合细胞可以为吞食它的宿主提供养分，而宿主可以为光合细胞提供一个安定的生存环境。久而久之，光

合细胞就慢慢退化为叶绿体，而宿主就演化成一类新的光合生物。

最近几十年来，人们通过分子方法，在比较地球上各种生物的DNA序列之后发现，红藻、绿藻以及由古代绿藻演化出来的所有“高等”植物（苔藓、蕨类和种子植物）确实是一家人。在大约16亿年前（这个时间还有争议），作为它们共同祖先的一种单细胞生物吞下了一个蓝藻细胞，这便是目前已知最早的一次叶绿体内共生事件。按照今天学界的主流定义，只有这个共同祖

# 海带的创新性培育，使我国的海带产量稳居世界第一

逄少军 中国科学院海洋研究所 研究员  
国家藻类产业技术体系 首席科学家

海带是一种生活在海洋中的大型褐藻。我国食用海带的历史可以追溯到一千五百年以前。

海带是一个冷水性物种，其孢子体生长的适温范围是5—15摄氏度。虽然海带是外来物种，但我国北纬36度以北的黄、渤海自然海域适合其生存，也已形成了能够自我繁衍的种群。海带这种只有在低温水域生长的特点，使得我国只有在青岛以北沿海地区能够找到野生海带。1927年—1949年期间，我国一度要从日本和朝鲜进口大量自然生长的海带，最高时可达4万—5万吨干品。

我国科学家创造性地利用各地不同的地域物候条件，将海带栽培区从寒温带的辽宁和山东，一路拓展到亚热带的福建和广东。

生活在特定海域的海藻物种要完成其种群的自然繁衍，对其栖息地的自然环境条件有严格的要求。我国的“海带南移栽培”创造性地利用了适宜海带孢子体生长的冬季来完成栽培过程，获得我们需要的成体海带。以福建省为例，虽然其自然水温条件不能满足冷水种海带的自然繁衍，但是我国海带科技工作者培育了相对耐受高温的栽培品种。这些

品种的幼苗能够比其他品种更早移植到海上，生长速度更快，从而保证在较短的栽培时间里获得足够生物量，将海带开始栽培的时间延迟到适合海带苗下海的季节（自然海水温度低于20摄氏度）。福建地区海带苗下海的时间大致在11月中旬，比北方地区延迟了1个月，再将来的收割期提前到5月份完成，比北方地区早了1—2个月（因地而异）。这样，虽然海带在福建自然海水中生长的时间相比于北方地区短了2—3个月，但是仍然可以收获商品海带。

我国海带科技工作者创造了“海带夏苗技术”，使得自然两年生的海带在一个养殖季节（5—7个月）就可以完成栽培并获得巨大的生物量。“夏苗技术”指的是在夏季利用循环制冷水，在完全人工条件下，历时50—70天完成海带种苗培育过程的技术。夏苗的使用，大幅度延长了海带的生长时间，产量、质量获得极大提高。时至今日，我国是世界上唯一使用海带夏苗的国家。日本和韩国仍然沿袭使用秋苗进行栽培。

我国海藻学工作者先后培育了11个国家级海带新品种，它们



绘图 / 李亚龙

在辽宁、山东和福建地区成为生产主力。这些定向培育的海带品种适合不同用途，有的适合加工成腌渍菜，有的适合做晒干海带，有的适合作为工业用原料菜等。

截至2017年，我国人工养殖海带年产量实现148万吨干品，同时期海带主要生产国日本和韩国的人工养殖年产量则分别是0.5万和7.7万吨干品。我国海带养殖产量已经多年位居世界第一，海带年产量仍然以每年约4%的速度增长。



海带养殖户将一根根海带幼苗夹到绳子上，夹好后再放入海水中，随后海带幼苗“倒立”着生长、变大。夹苗过程并不复杂，但非常考验人们的细心和耐力。摄影 / 韩寒



先的直系后代，才能称为“植物”。

单细胞的红藻和绿藻出现之后，它们又会被别的单细胞生物继续吞食，发生第二次内共生。第二次内共生形成的藻类又可以继续发生第三次、第四次内共生……根据一些较新的证据，有一群叫“茸囊生物”的生物，它们的祖先有可能就是第三次内共生形成的光合单细胞生物。后来，这个家族分化成囊泡虫类和茸鞭类（也叫“不等鞭毛类”）两支，褐藻类与金藻、黄藻、硅藻这一群颜色发黄的藻类一起，都属于茸鞭类。

有趣的是，茸囊生物并没有都延续祖先进行光合作用的传统。有的种类后来又失去了光合作用的能力，重新变成只能从外界摄取养分生活的异养生物，甚至成为令人厌恶的寄生虫。在囊泡虫类中，就既有光合性的甲藻（其中一些种类是海洋赤潮的罪魁祸首），又有寄生性的顶复体

类（包括疟原虫、弓形虫等）；而在茸鞭类中，除了褐藻等光合藻类，也还有卵菌这样一群以前人们以为是真菌的种类，其中也有一些重要的病原体——比如寄生在鱼身上的水霉，以及引发马铃薯晚疫病和爱尔兰大饥荒的疫霉。

### | 海带在中国，是一种“舶来品”

从小生活在内陆的人，比如我，几乎不食海味。但海带对我来说是个例外，每逢在饭店聚会，我都会点一盘海带丝。海带丝滑脆爽口，带着来自海底的凉意，非常下酒。几杯酒下肚，朋友们在打开话匣子的同时，也打开了心扉。

海带作为餐桌上的美味佳肴，现在的人们并不陌生。但是，把时钟拨回到 20 世纪 50 年代以前，海带在我国并不常见，甚至十分稀有。



## “海带田”一望无际 收获的船队蔚为壮观

每到5、6月，山东荣成就会迎来一年中收获海带最忙碌的时节。这座位于山东半岛最东端的城市，浅海与滩涂分布在整条海岸线上，海带养殖的筏架从近海20米处向远海铺开，从海岸望去，“海带田”一眼望不到边。一望无际的“海带田”中间，穿梭着机械化收割的船队。这里是全国最大的海带养殖基地，鲜海带产量占全国的50%左右。



## 苗种改良和标准化建设为沿海地区的海带产业带来巨大变化

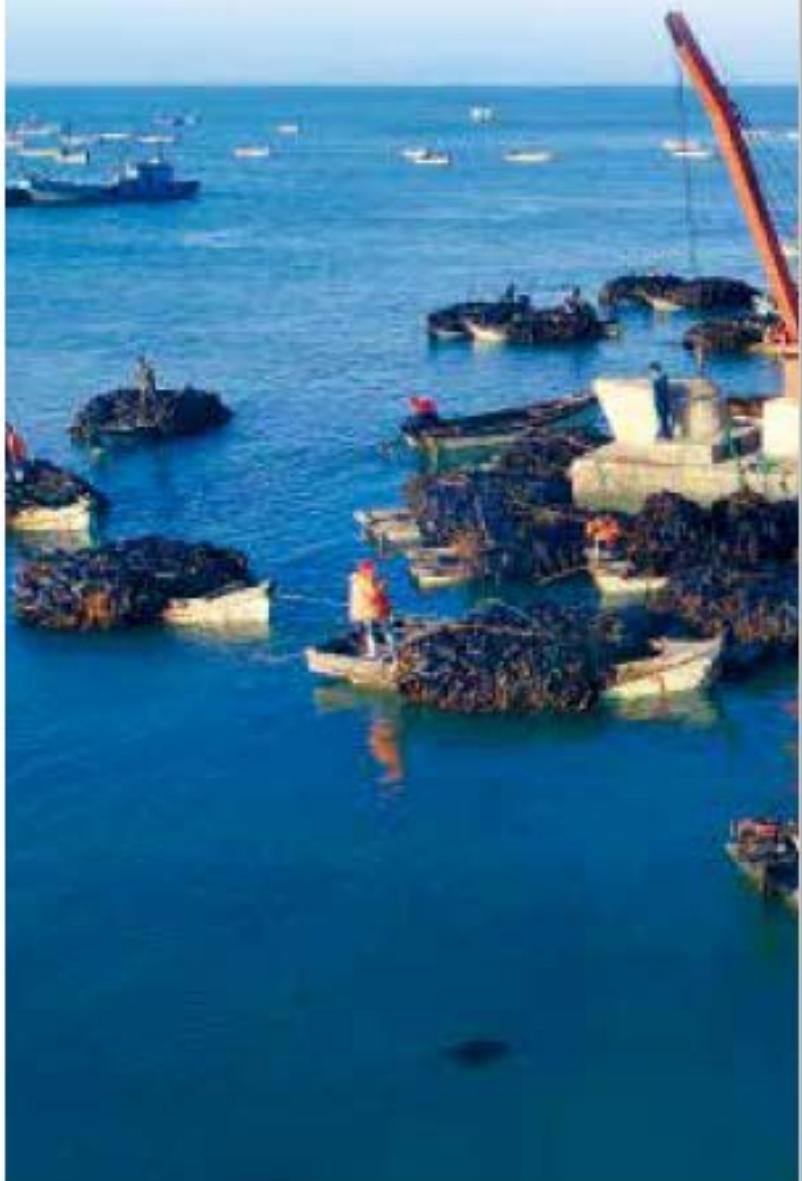
右下图：我国沿海首次发现海带的生长是在辽东半岛的大连，据资料记载，它们是由一艘从日本北海道出发的运送木材的货轮携带而来。如今，大连依然是海带生长的繁荣之地。

左图：苗种改良和标准化建设为沿海地区的海带产业带来巨大变化：机械装备过的船是养殖户每家的标配，船大而轻，一位渔民出海一次就能收获40—50条海带。

海带是典型的冷水性褐藻，水温超过20摄氏度便难于生长；要想繁殖后代，还需要更低的水温。学界普遍认为，海带自然分布于日本本州的金华山北至千岛群岛南部、北海道西岸、俄罗斯萨哈林岛西岸及鞑靼海峡沿岸至朝鲜元山附近。这一带的低温、有光的海底是海带生长的“沃土”。

“靠海吃海”的日本人是最早养殖海带的人类族群。大约从18世纪开始，海带就在日本得到养殖。今天日本本州岛最北边的青森县海边有个地方叫今别町，那里有一座寺庙叫本觉寺。当地传说，18世纪初本觉寺的住持叫贞传上人，他感慨渔民出海打鱼的生活实在辛苦，经常替他们祈祷念诵经文。他一边念经，一边把写着经文的石头扔到海里去，后来在这些石头上，长出了海带。因此在日本民间，贞传上人也被认为是海带养殖的发明者。

中国古籍中也有关于海带的记载。比如晚唐李珣所著《海药本草》的“昆布”条目记载：“新罗者黄黑色，叶细。胡人采得搓之为索，阴干，舶上来中国。”新罗是朝鲜半岛的古国，根据这一产地，再结合书中对昆布形态的描述，可以



肯定，其中的昆布指的是“远道而来”的海带。

然而，中国古籍中的“昆布”并非都是海带。现知最早记载“昆布”一名的著作是三国魏吴普的《吴普本草》，里面说昆布是“纶布”的别名。据李时珍考证，“纶布”就是《尔雅》中的“纶”，是中国东部海域中原产的海藻。根据李时珍《本草纲目》中的附图等证据，“中国海带之父”曾呈奎先生认为这种“东海有之”的“昆布”应该是鹅掌菜。在他的主张之下，藻类学界现在就以昆布作为鹅掌菜的正式中文名。

从宋代开始，本草书中又有了“海带”一名，也说它们产自东部海域。据曾呈奎考证，这些所

谓“海带”，实际上是大叶藻或虾海藻属之类的海生被子植物（山东一带民间仍然管它们叫“海带草”），而不是今天我们所说的海带。

一直到20世纪20年代，海带才第一次被引入到中国北方沿岸。据曾呈奎调查，最早的海带是从北海道和本州岛北部无意被带到大连附近海域的，并在海底自然繁殖成功。1930年，一位叫大槻洋四郎的学者在考察了这些在大连野生的海带之后，认为这里可以发展海带养殖业，于是又特地从北海道的函馆引入新的海带种系，开始正式养殖。大槻洋四郎对海带养殖做了革新，改传统的投石法养殖为筏式养殖，也就是让海带固着





## 海带是海藻中的庞然大物

右下图：海带是一种喜冷水的大型海藻，它的天然形态堪称“庞大”，最长的个体可以达到20米以上，一般也有2—3米。中国科学院海洋研究所不断研发出新的海带品系，新品系的海带比过去的海带更厚实、宽大、绵长，其菜体柔韧，加工当中也更不容易折断。（供图 / 中科院海洋研究所海藻种质库）

于浮在海面的浮筏上，而不是固着于海底岩石上，这样既降低了成本，又提高了产量。也是从这时起，这种新来的食用海藻就独占了“海带”一名。

在分子生物学时代，又有了新的证据表明海带并非中国原产。

在中科院海洋研究所海藻种质库工作的单体锋博士告诉我，北纬36度左右以北的海域，水温条件完全满足野生海带完成整个生活史，这一点从现在自然分布的野生海带种群可以得到证实。因此，他对文献中记载的“中国没有原产海带，中国的海带最初是无意中从日本引入的”这一结论产生了疑问。

直到2010年，他跟日本北海道大学的Yotsukura教授合作，陆续开展样品采集和分子生物学分析等海带溯源工作。研究过程中，他在大连、青岛、荣成三地选取了3个中国野生海带群体样本和5个不同的栽培品系样本，同时在日本选取了4个野生群体样本，在韩国选取了1个野生群体样本，俄罗斯选取了2个野生群体样本。他利用分子生物学的方法对远东地区海带的遗传多样性和遗传结构进行了分析，发现中国海带的遗传多样性明显低于日本海带，且与日本海带的亲缘关系较近。这些研究结果，一定程度上印证了中国海带的“舶来”属性。

左图：除了海带，海带目还包括其他藻类，如裙带菜。现如今最早记载“昆布”一名的著作是三国魏吴普的《吴普本草》，里面说昆布是“纶布”的别名。据李时珍考证，“纶布”就是《尔雅》中的“纶”，是中国东部海域中原产的海藻。“中国海带之父”曾呈奎先生认为这种“东海有之”的“昆布”应该是裙带菜。藻类学界现在就以昆布作为裙带菜的正式中文名。

## 北起辽宁，南到广东， 我国保持着海带最低纬度养殖纪录

1927—1949年期间，我国需要从原产地日本、朝鲜大量进口海带，进口量最大时，仅脱水后的干品海带就能达到4万—5万吨，这在当时消耗了大量外汇。

1949年，刚成立的新中国百废待兴。如何让中国人不再挨饿，成了迫切需要解决的问题。海带、紫菜等海藻，虽然不能取代粮食品种，但它们含有丰富的多糖，吸水之后会膨胀，让人产生饱腹感。因为这个原因，海带现在还被视为有助于减肥的健康食品；海带晒干之后耐储藏、运输，在缺乏绿色蔬菜的冬季是难得的佳肴；海带富含碘，在一定程度上可以解决中国人饮食中碘缺乏的问题。除了作为食物，海带也可作为提取多糖、碘和甘露醇等物质的工业原料。更不用说，海带的养殖并不会占用陆地，反而可以把广阔的

海洋利用起来。

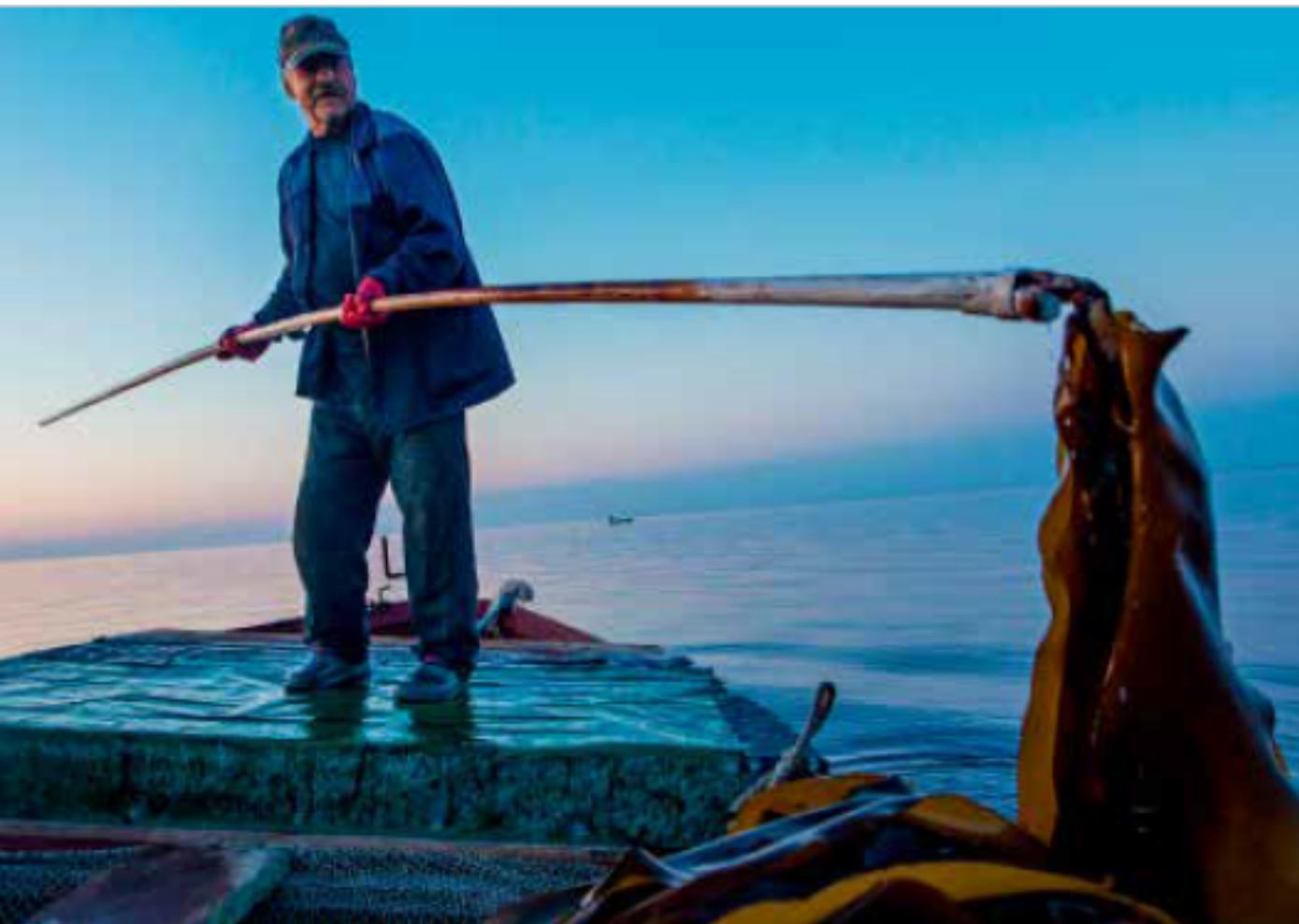
既然养殖海带有这么多好处，从20世纪50年代起，中国水产界便投入了很大精力研究海带。1955年，曾呈奎先生在《植物学报》上发表文章，提到了海带养殖南移到浙江的可能性，后来，他带领科研人员把夏季6、7月间海带释放的游孢子采集到附着基上，然后在日光和灯光照射、低温、流动的培养水等环境条件下培育出幼苗，到10月再移到海上养殖。这种幼苗叫“夏苗”，这种方法就叫“夏苗培育法”。如此一来，既延长了海带的生长期，又避开了杂藻的威胁，单位面积产量增加了一倍多。夏苗法的运用，成

为我国海带养殖技术的关键一步。自此，北起辽宁、南到广东的沿海省份，都可以养殖海带。截至2016年，我国的海带养殖面积达44398公顷，养殖产量1461058吨，稳居海带养殖第一大国的位置。

除此之外，我国至今保持着海带最低纬度的养殖纪录。过去不能生长海带的福建，更是成为中国海带三大养殖省份之一，产量几乎占据全国的半壁江山。

2013年，中国邮政发行了一套名为《美丽中国》的邮票，其中一张印着福建霞浦的海带养殖场给我留下深刻印象：蓝天之下，浅滩之上，





密密麻麻排列着海水退去后留下的海带养殖筏架，它们静静地呈现着霞浦的海上富饶。

在霞浦县溪南镇沙湾村，渔民阮成仲一家，除了年迈的老人，都在从事海带养殖。他家是最早的一批养殖户，经历了当地海带养殖产业的从无到有。在他的童年记忆里，最早的海带苗是从大连运过来的：“80年代那会儿，种苗和收获海带，多是两家共用一艘小木船，一家四五口人忙活一天只能收获15条。过去养殖海带很辛苦，小木船没有马达，光是把船划到海带种植区就累得气喘吁吁了。”

不过，阮成仲记忆中的这些场景早就成了老黄历。苗种改良和标准化建设为当地海带产业带来巨大变化：机械装备过的泡沫船是每家的标配，船大而轻，一位渔民出海一次就能收获40—50条海带，生产效率大大提高。

2017年，霞浦县海带养殖面积达8.5万亩，产量150万吨，面积和产量均在福建省位列第一。

据估算，霞浦海带养殖的单位亩产值0.9万—1.8万元，每亩利润0.3万—1.2万元，效益十分可观。与此同时，福建的海带育苗技术也在不断发展。福建已经成为我国海带育苗量最大省份，苗种不但销往全国各地，还出口到了日本和韩国。

### 为了造福“吃货”， 科研人员还在精益求精

海带是一种具有独特风味的食品，味精的发明也和它有关。

1908年，日本东京帝国大学（现东京大学）的教授池田菊苗找到了海带汤中鲜味的来源——一种叫谷氨酸钠的成分。第二年，他为自己的发现申请了专利，起了一个通俗的名字叫“味精”（上市后使用的商品名则是“味之素”）。

号称“日本十大发明”之一的调味品就此诞生。尽管味精是日本人发明，但受它影响最大的烹饪



## 海带不仅美味可口又营养丰富，深得人们喜爱

海带是一种营养丰富的褐藻，含有丰富的糖类、甘露醇、蛋白质、各种氨基酸和矿物质，以及一般食物中所缺乏的碘。其独特的口味和丰富的营养使它在美食界独占一席。

左页图：海带目中除了海带，也有其他体格庞大的海藻，欧洲人常利用海带目生物提炼褐藻胶。

却是中餐。

和其他作物一样，海带在今天也面临品质退化问题。其中的环境因素不容小觑。全球气候变暖的大环境下，我国海区的水温也会变暖，对于目前的海带养殖构成了较大风险。然而，更重要的是遗传因素。要想保证养殖的海带代代品质优良，就需要培育种质纯粹的优良品系（指有明确的家谱传代关系和稳定的优良遗传特征的一群个体）。这对海带来说不太容易。海带的精子过于微小，又分散在海水中；不同品系的精子很容易混杂在一起，受精之后长出的海带幼苗往往都“串了种”。特别是在人工培育夏苗的过程中，同一家机构或公司一般只会用一套海水循环制冷系统，各个品系的精子都会在这套系统中混杂起来，造成了精子污染问题。这个问题以前没有被产业界重视，从而导致优良品种在栽培过程中丢失了原初的生产性状。直到2013年，同样在中科院海洋所海藻种质库工作的李静博士首次准确地测量了精子寿命，这个问题才得以解决。生产企业开始将亲本培育系统和生产系统隔离开来，从而保证了养殖品种的“血统”纯正。不仅如此，养殖的海带还会面临所有作物共有的困扰。



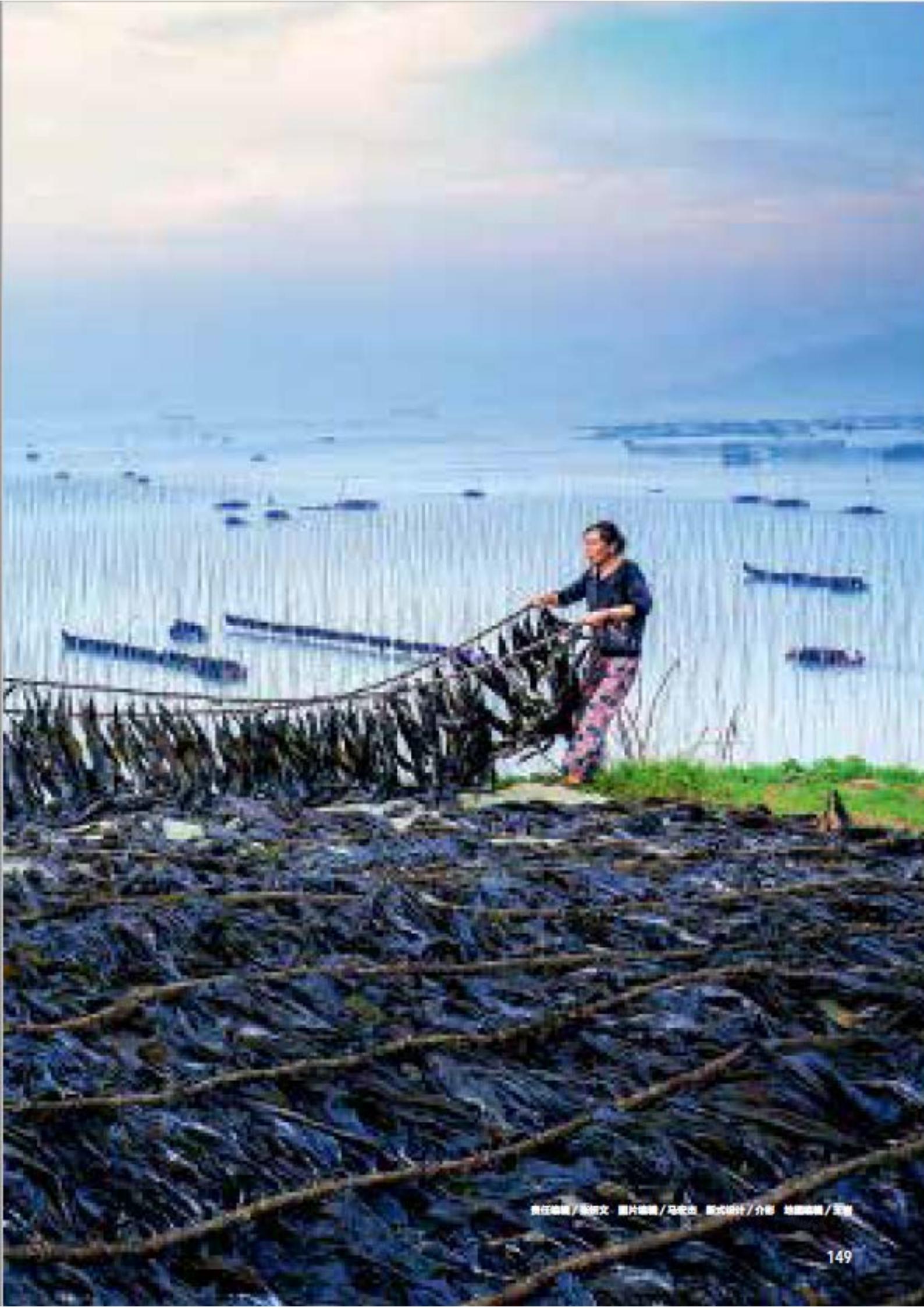
就是相比野生海带来说，养殖的海带遗传多样性偏低，缺少野生种群的部分优良遗传品质。

中科院野生生物资源库海藻种质库的科研人员很清楚这些挑战。作为国家藻类产业技术体系研发最重要的平台，这些年，他们在海带种质的提升方面做了很多工作，比如利用单倍体克隆杂交技术，培育了多个杂交海带品种。这些技术广泛应用在海带养殖产业上，提升了海带的品质，让海带——这种价廉物美的海产品能始终为我们的饭桌增添独特的色、香、味。□

## 海带的丰收给劳作的人们 带来巨大喜悦

福建省宁德市霞浦县有“海带之乡”的美名，在当地一些上了年纪的海带种植户的记忆里，最早的海带苗是从大连运过来的。如今，福建已经成为我国海带育苗量最大的省份，苗种不但销往全国各地，还出口到了日本和韩国。每到海带收获的时节，丰收总能给当地种植户带来无尽的喜悦。





责任编辑 / 陈秋文 图片编辑 / 马宏杰 版式设计 / 介彬 地图编辑 / 王璐