



Rendiconti  
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL  
*Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica,  
Matematica e Scienze Naturali*  
140° (2022), Vol. III, fasc. 3, pp. 251-257  
ISSN 0392-4130 • ISBN 978-88-98075-54-6

## Youyou Tu, la scienziata cinese che ha messo in ginocchio la malaria

ELISABETTA STRICKLAND

Dipartimento di Matematica, Università di Roma “Tor Vergata”  
E.mail: strickla@mat.uniroma2.it

**Abstract** – Youyou Tu is a Chinese pharmaceutical chemist and malariologist known for having discovered artemisinin (known in China as qinghaosu) used to treat malaria, a breakthrough in twentieth century tropical medicine, saving millions of lives in South China, Southeast Asia, Africa and South America. For her work, Tu received the 2011 Lasker Award in clinical medicine and in 2015 the Nobel Prize in Physiology or Medicine, jointly with William C. Campbell and Satoshi Omura. Tu is the first Chinese Nobel laureate in physiology or medicine and the first female citizen of the People’s Republic of China to receive a Nobel Prize in any category. She is also the first Chinese person to receive the Lasker Award. Tu was born, educated and carried out her research exclusively in China. In 1967, during the Vietnam War, President Ho Chi Minh of North Vietnam asked China to help his soldiers to fight malaria. The Chinese leader Mao Zedong set up a secret drug discovery project named Project 523 after its starting date, 23 May 1967. In early 1969 Tu was appointed head of the Project 523 research group at her institute. Tu investigated the Chinese medical classics in history and found in *Artemisia annua*, sweet wormwood, one compound which was effective against malaria after extraction using low-temperature ether instead of water. The pure substance she and her colleagues obtained was named artemisinin, which has saved millions of lives, especially in the developing world.

**Keywords:** pharmacology, parasitology, history of science

**Riassunto** – Youyou Tu è una farmacologa e malariologa cinese nota per aver scoperto l’artemisinina (nota in Cina come qinghaosu), usata per trattare la malaria, un autentico giro di boa nella medicina tropicale del ventesimo secolo, che ha salvato milioni di vite nel Sud della Cina, nell’Asia del Sud Est, in Africa e nel Sud America.

Per il suo lavoro Tu ha ricevuto nel 2011 il Lasker Award in clinica medica e nel 2015 il Premio Nobel per la fisiologia o medicina assieme a William C. Campbell e Satoshi Omura. Tu è la prima cinese a meritarselo e la prima donna della Repubblica Popolare Cinese ad ottenere questo riconoscimento in qualunque categoria, oltre ad essere stata la prima cinese a vincere il Lasker Award. Tu è nata, ha studiato e ha svolto la sua intera carriera in Cina. Nel 1967, durante la guerra del Vietnam, il Presidente Ho Chi Min del Vietnam del Nord chiese aiuto alla Cina per combattere la malaria che seminava vittime tra i suoi soldati. Il leader cinese Mao Zedong creò un progetto segreto per trovare un farmaco adatto allo scopo, che venne battezzato Progetto 523, dato che prese il via il 23 maggio 1967. All’inizio del 1969 Tu venne nominata capo di ricerca del progetto presso il suo istituto. Tu consultò i testi di medicina tradizionale classica cinese, e trovò che la *Artemisia annua*, un’erba medicinale diffusa in alcune regioni della Cina, conteneva un principio attivo efficace contro la malaria, se estratto a bassa tempera-

tura con l'etere dietilico anziché con l'acqua. La sostanza pura che Tu e i suoi colleghi riuscirono a isolare venne chiamata artemisinina ed ha salvato milioni di vite soprattutto nei paesi in via di sviluppo.

**Parole chiave:** farmacologia, parassitologia, storia della scienza

Avere l'idea di cercare tra gli antichi testi di medicina scritti sotto le dinastie Zhou, Qing e Han una cura tradizionale contro la malaria, semplicemente estraendo un principio attivo, l'artemisinina, che ha salvato milioni di vite, è indubbiamente un risultato da Premio Nobel. Youyou Tu infatti ha ricevuto l'abito riconoscimento per la medicina nel 2015, prima cinese a meritarlo, pur non avendo né un dottorato, né alcuna specializzazione all'estero e avendo preferito vivere nel suo paese tutta la vita.

Youyou Tu è nata il 30 Dicembre 1930 a Ningbo, Zhejiang, sulla costa cinese orientale, cittadina ricca di cultura e con una storia di settemila anni. Suo padre, che lavorava in banca e sua madre, casalinga, hanno incoraggiato sia Tu che i suoi quattro fratelli a ottenere una buona educazione, ma all'età di 16 anni Tu dovette sospendere i suoi studi a causa della tubercolosi. Quando fu in grado di tornare a scuola, alla Ningbo High School, sapeva esattamente quello che voleva fare nella vita: studiare medicina e trovare cure per malattie come quella di cui aveva sofferto.

Quindi si iscrisse al Beijing Medical College dove studiò farmacologia, imparando a classificare le piante medicinali e a estrarne ingredienti attivi per poi determinare la struttura chimica. Ebbe insegnanti che lasciarono in lei una traccia profonda, in particolare Lin Qishou e Lou Zhicen, che avevano completato il loro perfezionamento in università occidentali e al loro ritorno in patria avevano addestrato i loro studenti a studiare le piante medicinali.

In particolare il professor Lin Qishou insegnava ad estrarre i principi attivi dalle piante e a usare i solventi giusti. Tu si laureò nel 1955 all'età di 24 anni e fu subito assegnata all'Accademia della Medicina Tradizionale Cinese, che era appena stata fondata e faceva parte dell'Accademia delle Scienze di Pechino. A partire dal 1959, in quella stessa struttura dove ha lavorato tutta la vita, ha seguito corsi di perfezionamento in medicina tradizionale cinese, usando anche metodi di medicina occidentale, sulle orme dei suoi insegnanti. Tu ha sempre sostenuto che le basi ricevute in quegli anni sono state vitali per il conseguimento dei suoi obiettivi [1].



YouYou Tu nella foto ufficiale del conferimento del Premio Nobel 2015 per la medicina. (<https://www.nobelprize.org/women-whochangedscience/stories/tu-youyou>)

La sua prima serie di esperimenti sul campo furono rivolti alla *Lobelia chinensis*, una pianta comunemente usata nella medicina tradizionale cinese per il trattamento della *schistomiasi*, una malattia causata dal parassita *schistoma*: fu proprio in seguito a questa ricerca che scrisse la sua prima pubblicazione, sullo studio farmacognostico della *Lobelia chinensis*, in collaborazione con Lou Zhicen, nel 1958.

Subito dopo si concentrò sulla *radix stellariae*, anche in questo caso applicando sia metodi occidentali, che nozioni tratte dalla medicina tradizionale cinese.

L'abilità di Tu nel settore divenne presto ben nota, tanto che nell'arco dei successivi sessant'anni ha ricoperto una serie impressionante di cariche di grande responsabilità, tra cui quella di Direttrice del Dipartimento di Chimica, fino ad essere messa a capo dell'Accademia delle Scienze Mediche Cinesi.

Mentre lavorava a Pechino, Ho Chi Minh, il Presidente della Repubblica Democratica del Vietnam (del Nord) alleata della Cina, chiese aiuto a Mao Zedong, allora Presidente della Repubblica Popolare Cinese, per debellare la malaria che mieteva vittime tra i soldati impegnati nella guerra del Vietnam. Esisteva all'epoca solo la cloroquina come trattamento standard per combattere il plasmodio che causava la malattia, ma il farmaco stava iniziando a dare fenomeni di resistenza.

Mao Zedong organizzò un incontro tra le maggiori autorità sanitarie cinesi e si decise di mettere in piedi un piano di azione della durata prevista di tre anni, che venne classificato come progetto di emergenza militare che coinvolgeva la guerra del Vietnam.

Tu tra gli anni '60 e '70 era nel pieno della sua carriera, proprio quando la Rivoluzione Culturale Cinese era all'apice del suo fulgore: un'epoca in cui gli intellettuali erano osteggiati e le pubblicazioni accademiche proibite.

Dato che Tu aveva fama di essere esperta di medicina cinese tradizionale, il leader si rivolse a lei per affrontare il problema, battezzando il progetto 523, dato che il lancio avvenne il 23 maggio 1967.

All'età di 39 anni, con due figlie e un marito, Tu non si fece pregare e decise come prima cosa di studiare gli effetti della malaria sul luogo, trasferendosi nella foresta pluviale dell'isola di Hainan nella Cina del Sud, dove la malattia imperversava con un numero impressionante di decessi. Non potendo portare con sé le figlie, Li Yun e Li Min, Tu lasciò la più grande che aveva quattro anni per sei mesi in un asilo nido di Pechino, affidata alla responsabile della struttura, che se la portò a vivere a casa, mentre la più piccola, che aveva solo un anno, fu affidata ai nonni materni. Il marito, Li Tingzhao, sposato nel 1963, non poté aiutarla perché, essendo un dissidente, era stato confinato nei campi di lavoro e da lì non poteva muoversi.

Al momento della nomina a capo del progetto, la reazione di Tu fu di estremo orgoglio per essere stata investita di un compito così importante, ma si rendeva conto che bisognava fare presto: il numero delle vittime della malaria cresceva di giorno in giorno.

Tu prese a girare in lungo e largo per la Cina andando a intervistare praticanti di medicina tradizionale cinese e annotando le informazioni su un taccuino che battezzò *Una collezione di singole prescrizioni pratiche contro la malaria*: finito il suo giro, le prescrizioni selezionate da una lista di 2000 erano 640. Quando poté riabbracciare i suoi figli, non la riconobbero, addirittura la più grande si nascose dietro la puericultrice a cui era affidata, ritenendo Tu un'estranea. Tu non si rattristò, perché aveva deci-

so che il suo compito aveva precedenza su tutto; del resto si era dedicata allo studio della farmacologia per salvare vite umane, quindi doveva rimboccarsi le maniche.

Al suo ritorno a Pechino, Tu, sapendo che la malaria era una piaga antica nel suo paese ed essendo esperta di medicina tradizionale cinese, decise di consultare i testi in cui si descrivevano i rimedi usati per combattere i temibili attacchi febbrili causati dalla malattia.

Anche questa parte del suo lavoro fu di portata epocale, dato che lesse e studiò i seguenti classici della medicina tradizionale cinese: *Zhou Li*, un testo dell'antica Cina scritto durante la Dinastia Zhou (1046-256 a.C.); il *Canone interno dell'Imperatore Giallo*, che risale alle Dinastie Chun Qiu e Qin (770-207 a.C.); la *Sinopsi delle Prescrizioni della Camera Dorata*, scritto durante la Dinastia Han (206 a.C.-220 d.C.); il *Trattato Generale delle Cause e dei Sintomi delle Malattie*, Dinastia Sui (581-618 d.C.); *Prescrizioni del Valore di Mille Pezzi d'Oro*, e *Segreti Medici Essenziali di un Governatore di Provincia*, Dinastia Tang (618-907 d.C.); *Prescrizioni per un Sollievo Universale*, Dinastia Ming (1368-1644 d.C.) e *Guida alla Malaria Maligna*, Dinastia Qing (1644-1911 d.C.).

In precedenza erano stati già sperimentati 40.000 composti in Cina e Stati Uniti, ma nessuno di questi aveva dato risultati soddisfacenti. Sembrava una battaglia persa, ma Tu trovò un manuale di prescrizioni scritto da un medico di nome Ge Hong durante la dinastia Jin, intorno al 317-420 d.C., intitolato *Manuale delle prescrizioni per trattamenti di emergenza*, nel quale si parlava degli effetti benefici sulle febbri intermittenti causate dalla malaria della *Artemisia annua*, una pianta erbacea molto diffusa nella provincia cinese dello Hunan.

Nel manuale di Ge Hong, precisamente alla pagina 15, Tu trovò scritta la seguente prescrizione per utilizzare a scopo curativo la artemisia: "Estrarre il succo dall'artemisia schiacciandola e berlo, oppure bere l'acqua di un decotto della pianta o ancora tritarla fino ad ottenere una polvere, da mischiare con acqua calda e bere il liquido ottenuto".

Nel 1971 Tu, assieme al suo gruppo di tre assistenti, riuscì ad estrarre il principio attivo, battezzandolo artemisinina. Purtroppo i primi test effettuati su topi e scimmie furono deludenti. Tu non riusciva a capire perché non si avessero gli effetti sperati, finché non le venne un'idea veramente brillante: non si doveva usare l'acqua per l'estrazione, probabilmente era l'elevata temperatura alla quale l'acqua bolliva a rendere inefficace il principio attivo contenuto nell'artemisia; bisognava invece usare un liquido che bollisse a una temperatura inferiore e la scelta cadde sull'etere dietilico, che bolliva a 35°C.

A quel punto Tu si offrì di provare il rimedio su sé stessa, prima di sperimentarlo su 21 pazienti nella provincia di Hainan. Non aveva paura dei rischi, era certa di quello che stava facendo e in effetti lei tollerò la pozione e tutti i pazienti guarirono prodigiosamente dalla malaria: in 30 ore dall'assunzione, la febbre diminuiva e i parassiti sparivano dal loro sangue.

Cominciò una lunga serie di esperimenti per estrarre la artemisinina in modo da liberarla da qualunque residuo tossico, durante i quali si dovettero affrontare numerose difficoltà, non ultima quella della carenza di ricercatori, addirittura solo due di essi erano ancora attivi nel progetto alle dipendenze di Tu [2]. Ciò nonostante si arrivò ad acquistare da una ditta che trattava erbe medicinali una grande partita di *Artemisia annua* L, che possedeva una quantità più grande del solito di *qinghaosu*, il nome cinese dell'artemisinina. Le dispute tra gli istituti che erano impegnati nelle ricerche, tra cui lo Shandong Institute of Parasitic Diseases e lo Yunnan Institute of Materia Medica, furono infinite, ancora oggi non è chiaro a chi si deve attribuire l'estratto più efficace, ma certamente l'artemisinina era oramai per certo la sostanza medicinale di elezione contro la malaria, nessuna delle altre su cui si fecero esperimenti diede risultati così convincenti.

Quando le idee furono chiare, si passò alle prove cliniche vere e proprie, la lotta contro il *Plasmodium falciparum* non ammetteva ulteriori indugi.

Quindi nel 1972 per due mesi a partire da agosto i ricercatori dell'ATCM, Academy of Traditional Chinese Medicine, cominciarono i test nella regione dello Chankjiang, provincia di Hainan e i risultati furono chiari: l'artemisinina era decisamente efficace anche nel trattare la malaria negli esseri umani.

Nel 1974 tutti i ricercatori coinvolti nel progetto 523 organizzarono un *A. annua Research Forum* e ciascuna unità coinvolta presentò un rapporto sulle proprie ricerche che comprendeva informazioni sui processi affrontati, la velocità di estrazione, dati relativi agli esperimenti farmacologici e tossicologici, strutture chimiche e trial clinici. In quell'occasione si tracciò anche un piano per il lavoro futuro, soprattutto perché si voleva dare pubblicità all'interazione tra la politica durante la Rivoluzione Culturale e la scienza.

Questo incontro fu solo uno dei 60 circa che avvennero in Cina durante il progetto 523. Ogni volta Tu si sistemava sul podio degli interventi e riferiva i progressi delle sue ricerche, parlando diffusamente dei cristalli di artemisinina che utilizzava per ottenere i dati.

Nei test clinici del 1973 vennero usate compresse di



Il rapporto scientifico di YouYou Tu 1971-1978: sulla copertina la molecola dell'artemisinina e uno sketch dell'erba medica *Artemisia Annua*. (Courtesy of Nobelprize.org)

artemisinina, che però risultavano difficili da frammontare, quindi nel mese di settembre si prepararono delle capsule, che funzionarono perfettamente sui pazienti.

Tuttavia ci vollero due decenni prima che la WHO, World Health Organization, consigliasse la artemisinina come farmaco di elezione per la difesa dalla malaria [4]: inizialmente i fervori della Rivoluzione Culturale Cinese non misero in risalto l'operato di Tu, l'articolo che descriveva la ricerca uscì non firmato nel 1977, per enfatizzare il lavoro di gruppo in un contesto in cui la collettività contava più del singolo individuo.

Tra l'altro quando Tu cominciò a determinare la struttura chimica dell'artemisinina, si rese conto che essa era differente dalle chinoline, e in effetti il suo gruppo confermò che l'estratto era un nuovo lattone sesquiterpenico contenente un gruppo perossidico avente la formula  $C_{15}H_{22}O_5$  e un peso molecolare di 282. L'artemisinina era inoltre priva di azoto, a differenza degli altri farmaci antimalarici in uso fino ad allora.



Youyou Tu nel suo laboratorio presso l'Accademia delle Scienze di Pechino. (Courtesy of Nobelprize.org)

Poiché le strumentazioni erano carenti nei laboratori, Tu chiese la collaborazione dell'Istituto di Chimica Organica di Shanghai e dell'Istituto di Biofisica dell'Accademia Cinese delle Scienze, che le consentirono di usare la cristallografia a raggi X per capire finalmente la configurazione molecolare dell'artemisinina.

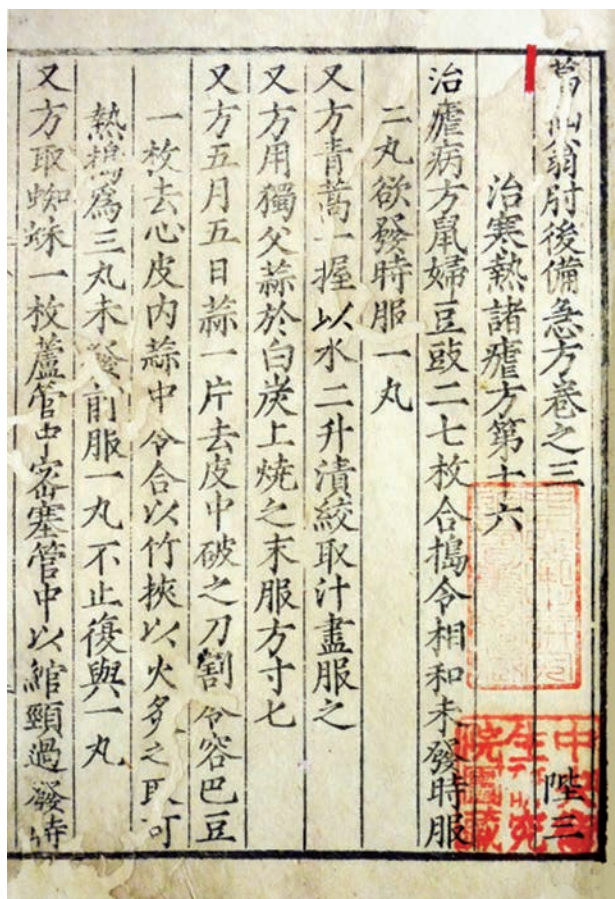
A rendere la scoperta di Tu riconosciuta a livello internazionale ci pensò la Lasker Foundation, fondata da Albert e Mary Lasker, che dal 1945 premia coloro che si distinguono nella ricerca medica; Tu vinse il Lasker Award nel 2011, per quella che venne ritenuta la più importante scoperta farmaceutica della seconda metà del Novecento [3]. La reazione di Tu al riconoscimento fu la stessa che ebbe al momento di ottenere il Premio Nobel nel 2015 assieme a William C. Campbell e Satoshi Omura, per i loro studi sulle parassitosi: al momento della consegna dei premi, Tu ha ribadito che non le interessava la fama, quello che considerava rilevante era aver fatto qualcosa che fosse utile al mondo.

Sebbene si sia manifestato nell'ultimo decennio un primo fenomeno di resistenza al farmaco in Cambogia, tuttavia utilizzandolo in combinazione con altri antimalarici rimane comunque molto efficace: per un parassita è più difficile sviluppare resistenza a due diversi principi attivi.

Tu, 92 anni, è ancora attiva nella ricerca, presso l'Accademia delle Scienze di Pechino, nella stessa stanza dal 2007, in un vecchio edificio nel distretto di Dongcheng.

È interessante riflettere su quello che accadde in Cina quando Tu fu insignita del Premio Nobel, prima cinese ad avere questo riconoscimento. Nonostante avesse vinto il Lasker Award [3], nel suo paese rimasero molto meravigliati di questo successo: fino ad allora, cioè fino al 2015, nessuno nel suo paese si era posto il problema del perché nessun cinese avesse mai meritato il premio. Era trapelata subito dopo l'evento la voce che Olga Botner, fisica svedese dell'Università di Uppsala e membro della Commissione per il Nobel in fisica, aveva dichiarato che erano stati come ogni anno diramati inviti da parte della commissione rivolti anche alle università cinesi affinché segnalassero studiosi come candidati. Tuttavia pochissimi nomi erano pervenuti e quindi il motivo per cui nessun cinese fino ad allora era stato premiato risiedeva nel fatto che sembrava ci fosse scarso interesse in Cina per questo riconoscimento.

La Botner aveva sottolineato che questo atteggiamento inficiava la diffusione di notizie su risultati scientifici brillanti da parte dei cinesi, mentre se invece avessero proposto qualche candidatura, le possibilità di vincere il premio prima o poi sarebbero state maggiori. In realtà



La copertina del libro di Ge Hong (317-420 d.C.) *Manuale delle prescrizioni di emergenza* in cui Youyou trovò descritta la pozione ottenuta dall'Artemisia Annuua. (Courtesy of Nobelprize.org)

per molti anni vincere il Nobel era stato un sogno dei cinesi, ma la loro mancanza di abilità nel fare lobbying a livello scientifico internazionale aveva opacizzato la ricerca nel loro paese. Fu fatto un paragone calzante, dicendo che i risultati scientifici dei cinesi erano come il vino di qualità: anche se il bouquet di un buon vino può colpire le persone in una degustazione, tuttavia, con la grande scelta di vini eccellenti disponibili in tempo moderni, un buon vino nascosto in una cantina può restare sconosciuto se non lo si pubblicizza.

In realtà le ragioni per cui la Cina aveva ignorato prima del successo di Youyou Tu la richiesta di segnalare candidati non è molto chiara, si possono solo fare delle congetture [4]. La possibilità più ovvia, cioè che l'invito delle Commissioni per il Nobel fosse stata presa sottogamba non è poi così certa, dato che nel 2002, dopo che il giapponese Masatoshi Koshiba e due scienziati americani avevano vinto il Nobel in Fisica per i loro contributi

all'astrofisica, in particolare per la scoperta dei neutrini cosmici, i cinesi si erano sentiti molto spiazzati, perché in un articolo del 1978 si rilevava che il cinese Tang Xiaowei e il giapponese Koshiba si erano incontrati in Germania ed avevano proposto insieme la costruzione di uno strumento atto a studiare il decadimento del protone.

Purtroppo, nel seguito il Giappone aveva trovato i fondi per sostenere il progetto, mentre gli scienziati cinesi non ci erano riusciti, quindi solo Koshiba portò a compimento il progetto e vinse il Nobel. Il fatto che i cinesi rimasero molto male per questo fatto, conferma che in Cina all'ambito riconoscimento ci tenevano e come!

Un'altra possibile motivazione per aver sottovalutato l'importanza di fare delle candidature potrebbe essere che i cinesi stessi non ritenevano che la loro ricerca fosse all'altezza del premio e avevano preferito non sottoporsi al vaglio scientifico delle Commissioni. O forse la comunità degli scienziati cinesi era talmente presa dalla caccia ai fondi e da altri problemi gestionali, da non avere il tempo o la voglia di accettare l'invito a farsi avanti. Ma dato che queste sono solo congetture, l'unica cosa certa è che presentare candidature è importante e comunque non facendole si espone il proprio paese a un atteggiamento poco favorevole da parte delle Commissioni per il Nobel nei confronti della scienza nazionale.

Tornando a Youyou Tu, durante le interviste da lei rilasciate in occasione della cerimonia organizzata per la consegna del Nobel [5], la scienziata aveva sottolineato senza peli sulla lingua le grandi difficoltà da lei incontrate e comunque sempre presenti nella ricerca scientifica. Molti giovani gettano la spugna perché non riescono a superare gli ostacoli che man mano si presentano.

Tu disse anche che il premio in denaro ottenuto non bastava neanche a comperare la metà di un salotto di una casa a Pechino; l'ammontare del Nobel nel 2015 era di 8 milioni di corone svedesi, cioè all'incirca 920 mila dollari e naturalmente a Tu andò la metà di quella cifra, l'altra metà essendo destinata a William C. Campbell e Satoshi Omura. Questo dice semplicemente che il Premio Nobel non può essere ambito per l'assegnazione in denaro, ma solo per il prestigio, e invece sarebbe sensato che l'ammontare consentisse nuove possibilità per il ricercatore. Nella stessa intervista Tu raccontò che le difficoltà da parte di chi fa una scoperta scientifica a volte hanno un costo umano molto alto, alludendo al fatto che lei aveva sperimentato gli effetti dell'artemisinina su sé stessa onde perfezionare l'estratto prima di somministrarlo ai pazienti e benché si fosse detto che gli effetti collaterali furono irrilevanti, Tu ebbe problemi al fegato

e i suoi colleghi soffrirono anch'essi a causa di effetti collaterali.

Queste affermazioni di Tu erano molto vere: anche Barry Marshall, vincitore del Nobel in Medicina nel 2005, onde provare che *lo Helicobacter pylori* era patogeno, ne ingerì grandi quantità e dopo due settimane ebbe dolori gastrici, nausea, vomito, sudori freddi e altri effetti. Una gastroscopia rivelò che lo *Helycobacter* aveva danneggiato la mucosa gastrica causando delle ulcerazioni, quindi era effettivamente patogeno, il che fruttò allo scienziato il Premio Nobel.

Tu ha detto senza mezzi termini che chi decide di impegnarsi nella ricerca deve prepararsi a una vita difficile e spesso monotona. Se uno non ha la determinazione necessaria per andare avanti è meglio che non si impegni in un lavoro di ricercatore. Ma ha anche aggiunto che la soddisfazione di aver trovato un rimedio che ha salvato molte vite umane l'ha ampiamente ripagata di ogni sacrificio, soprattutto nel suo caso perché il rimedio proveniva dalla medicina tradizionale cinese, di cui lei era una accesa sostenitrice [6].

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Rao, Y.; Zhang, D.; Li, R. (2016). *Tu Youyou and the Discovery of Artemisinin: 2015 Nobel Laureate in Physiology or Medicine* (<https://books.google.com/books?id=nmZtDQAAQBAJ>). Singapore: World Scientific Publishing Co. ISBN 978-7-5046-6996-4.
- [2] Tu, Y. (2017). *From Artemisia annua L. to Artemisinins: The Discovery and Development of Artemisinins and Antimalarial Agents* (<https://books.google.com/books?id=iQlmDAAAQBAJ>). Academic Press. ISBN 9780128116562.
- [3] Neill, Ushma S. (3 October 2011) [12 September 2011]. *From branch to bedside: Youyou Tu is awarded the 2011 Lasker-DeBakey Clinical Medical Research Award for discovering artemisinin as a treatment for malaria* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3195493>) *Journal of Clinical Investigation*. American Society for Clinical Investigation. 121 (10):3768-3773
- [4] McKenna, P. *The modest woman who beat malaria for China*. *New Scientist*, 15 October 2011
- [5] Tu, Youyou *The discovery of artemisinin (qinghaosu) and gifts from Chinese medicine*. *Nature*, 17 (10); 1217-1220
- [6] Tu, Youyou. *Youyou Tu - Biographical* (<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2015/tu/biographical/>)