

Тойм өгүүлэл

ТАННИН АГУУЛСАН ЭМИЙН УРГАМЛУУД

Энх-Амгалан Пүрэвбат, Тэлмэн Дашдондов, Алтан-Эрдэнэ Наранцэцэг, Сэлэнгэ
Эрдэнэчимэг*

Эм Зүйн Шинжлэх Ухааны Их Сургууль
selenge.e@monos.mn

TANNIN RICH MEDICINAL PLANTS

Enkh-Amgalan P, Telmen D, Altan-Erdene N, Selenge E*
Mongolian University of Pharmaceutical Sciences

Abstract

Secondary metabolites present in the plants are predominantly responsible for treating various ailments. Secondary metabolites are also called as plant constituents or natural compounds which exert significant pharmacological and toxicological effects in humankind. The chemical compounds present in the plant sources are categorized as primary and secondary metabolites based on the chemical structure and biosynthetic derivation. These substances are called plants secondary metabolites. One of the most important of secondary metabolites is Tannins. Tannins are phenolic compounds, secondary metabolites of plants widespread in terrestrial and aquatic natural environments. As they can be found in plenty of plants and herbs, they have been traditionally used for medicinal and other purposes, such as the leather industry. This fact is explained by the fact that they exert plenty of different biological activities and, thus, they entail a great potential to be used in the food, nutraceutical, and pharmaceutical industry.

Among the biological activities of tannins, the most relevant ones are antioxidant, anti-inflammatory, anti-diabetic, cardioprotective, healing and antimicrobial (antiviral and antibacterial)

Consequently, this review article is directed towards the description of the biological activities exerted by tannins as they could be further extracted from by-products of the agri-food industry to produce high-added-value products.

Keywords: Tannins, secondary metabolites, polyphenols

1. Удиртгал

Ургамал нь органик бодисыг нийлэгжүүлж, хүн амьтны амьдралыг тэтгэгч байгалийн бүтээл бөгөөд түүнд агуулагдах биологийн идэвхт бодисуудыг анхдагч болон хоёрдогч метаболитууд гэж ангилдаг¹.

Эмийн ургамалд агуулагдах хоёрдогч метаболитууд нь эмийн болон хүнсний нэмэлт бүтээгдэхүүн байдлаар хүний эрүүл мэндийг дэмждэг ба үнэртэн, агрохими, гоо сайхны

салбарт ч өргөн хэрэглэдэг байна. Ramachandra Rao нарын судалгаагаар АНУ-ын зах зээлийн эмийн ургамлын борлуулалт жил бүр ойролцоогоор 3 тэрбум ам.доллараар нэмэгджээ². Энэ нь ургамлын гаралтай эмийн хэрэглээ жилээс, жилд нэмэгдэж байгааг харуулж байгаа бөгөөд түүнд агуулагдах биологийн идэвхт бодисуудыг нээж илрүүлэх, ургамлаас цэврээр ялган авах, биологийн идэвхийг судлах нь чухал ач холбогдолтой байна.

Хоёрдогч метаболитууд нь ургамлын өсөлт, хөгжил, бүрэн боловсрох үед бий болдог бөгөөд ургамалд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Эдгээр бодисуудыг хоёрдогч метаболитууд гэж нэрлэх ба ургамалд агуулагдах хэмжээ нь фотосинтезийн процесс, улирал, цаг агаарын байдал, температур зэргээс хамаарч харилцан адилгүй агуулагддаг байна³.

Ургамалд хамгийн өндөр агуулагддаг хоёрдогч метаболитуудыг хүснэгт 1-т харууллаа. Эдгээрээс хамгийн чухал нэгдлийн нэгийг полифенолт нэгдэл гэж нэрлэдэг.

Ургамлын хоёрдогч метаболитуудын дундаас полифенолт нэгдлүүд нь хамгийн өргөн тархсан бөгөөд хэдэн мянган полифенолт нэгдлүүдийг нээж, бүтэц байгууламжийг тодорхойлсон байдаг. Полифенолт нэгдлүүд нь ургамлыг хэт ягаан туяанаас хамгаалах, өвсөн тэжээлт болон эмгэг төрүүлэгч бичил биетнээс хамгаалах зэрэг маш олон төрлийн үүрэг гүйцэтгэдэг байна⁴.

2. Таннин гэж юу вэ?

Таннин буюу аргаах бодис нь 500-3000 молекул жинтэй, ургамлын эсийн вакуолд агуулагддаг полифенолт нэгдэл бөгөөд $C_{76}H_{52}O_{46}$ гэсэн ерөнхий томъёотой байна^{5,6}.

Таннин агуулсан ургамлууд нь байгальд өргөн тархсан хэдий ч «таннин» гэсэн нэр томъёог тодорхойлоход одоог хүртэл хүндрэлтэй байна. Тухайлбал энгийн фенолууд, неолигнаниуд, флавоноидууд зэрэг фенолт нэгдлүүдийг химийн бүтцээр нь тодорхойлж, ангилдаг бол таннин нь уурагтай холбогдох чадвартай олон төрлийн нэгдлүүд агуулдаг учраас химийн бүтцийг тодорхойлоход нилээд төвөгтэй байдаг. Тиймээс сүүлийн жилүүдэд аргаах бодисыг тодорхойлох судалгааны ажил ихээхэн хийгдэж байна^{7,8}.

Полифенолт нэгдэл болох таннин нь олон төрлийн эмчилгээний үйлдэл үзүүлдэг. Үүнд: антиоксидант, хорт хавдрын эсрэг, харшлын болон үрэвслийн эсрэг, шимэгчийн эсрэг, нянгийн эсрэг, вирусын эсрэг, шархыг эдгээх, цусан суулга өвчнийг эмчлэх гэх мэт төрөл бүрийн фармакологийн үйлдэл үзүүлэхээс гадна арьс, шир үйлдвэрлэлд ашигладаг байна^{9,10}. Иймээс бид энэхүү судалгаандаа эмчилгээний өндөр ач холбогдолтой биологийн идэвхт бодис болох таннины эмчилгээний ач холбогдол, хэрэглээ, таннин агуулсан эмийн ургамлуудын талаар судалгааны тоймыг хүргэхийг зорилгоо.

Table 1. Groups of natural secondary metabolites of higher plants

Phenylpropanoids	Alkaloids	Terpenoids	Quinones	Steroids
Anthocyanins	Acridines	Carotenes	Anthroquinones	Cardiac glycosides
Coumarins	Betalains	Monoterpenes	Benzoquinones	Pregnenolone derivatives
Flavonoids	Quinolizidines	Sesquiterpenes	Naphthoquinones	
Hydroxycinnamoyl derivatives	Furonoquinones	Diterpenes		
Isoflavonoids	Harringtonines	Triterpenes		
Lignans	Isoquinolines			
Phenolenones	Indoles			
Proanthocyanidins	Purines			
Stilbenes	Pyridines			
Tannins	Tropane alkaloid			

Adapted from Shahin Hassanpour et al, 2011

3. Таннины ангилал

Таннин нь гидрофиль шинж чанартай, усанд уусдаг, уураг, нүүрс ус, нуклейн хүчил, алкалоидуудтай нэгдэх чадвартай олон тооны гидроксил бүлгүүдийг агуулдаг бөгөөд өтгөрдөг, усжин задардаг, нийлмэл болон флоротаннин гэж ангилна Бүдүүвч 1-т харуулав^{4,11,12}.

Усжин задардаг таннин (галлотаннин, эллаготаннин) нь бүтэцдээ нүүрс-ус агуулдаг ба ихэвчлэн D-глюкоз агуулдаг байна (Зураг 1). Эдгээр нүүрс усны гидролизжих бүлгүүд нь эллагийн хүчил эсвэл галлийн хүчил зэрэг фенолын бүлгүүдээр эфирждэг болохыг Мин нарын судлаачид судалсан байна¹³.

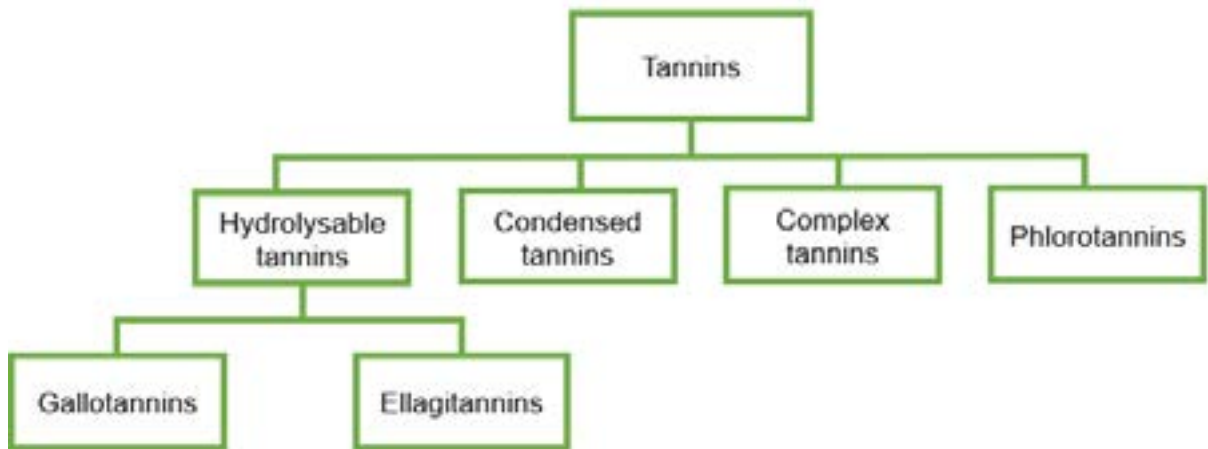
Өтгөрдөг таннины химийн бүтцийн олон янз байдал нь тэдний физик болон биологийн идэвхэд нөлөөлдөг ба эдгээр нь нүүрстөрөгч-нүүрстөрөгчийн холбоогоор холбогдсон флавоноидын (флаван-3-ол) хэсгүүдээс бүрдэнэ (Зураг 2).

Өтгөрдөг таннин нь ихэвчлэн иш, буурцагт ургамлууд, мод, тэжээл, харин усжин задардаг таннин нь үрийн хальс, холтос, мод, навч, жимс зэрэгт тус тус агуулагддаг байна.

Нийлмэл таннин нь катехины хамт эллаготаннин эсвэл галлотаннинаас бүрддэг байна. Энэхүү таннин нь химийн бүтцийн хувьд нилээд нарийн төвөгтэй бөгөөд жишээлбэл: Акутиссимин А юм (Зураг 3)-т харуулав.

Quercus robur болон *Castanea sativa*-д флоротаннин агуулагддаг байна. Энэ төрлийн танниныг далайн бор замагнаас гаргаж авсан бөгөөд ацетат-малонатын замаар нийлэгжин флороглюцинол (1,3,5-тригидроксibenзол)-ээс үүсдэг байна¹⁴. Флороглюцинол болон гидроксилын хоорондын холбооны төрлөөс хамаарч 6 бүлэг болгон хуваадаг (фукол, флорэтол, фукофлоротеол, фухалол, кармалол, эккол) байна^{15,16}. Флоротаннин химийн бүтцийг Зураг 4-т харууллаа.

Scheme 1. Classifications of Tannins



Scheme 1. Classifications of Tannins

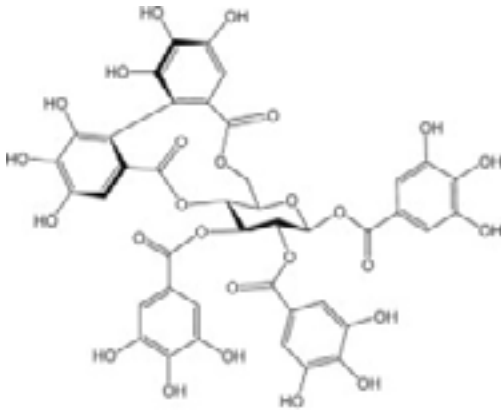


Figure 1. Hydrolysable tannins

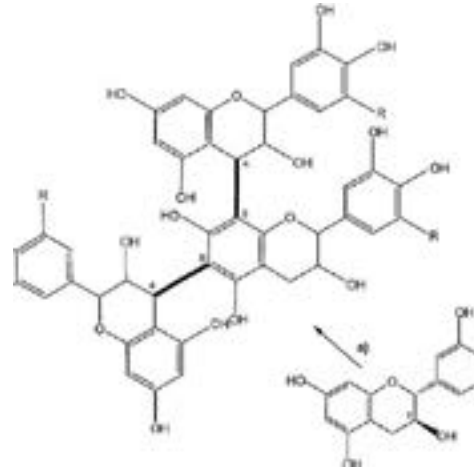


Figure 2. Condensed tannins

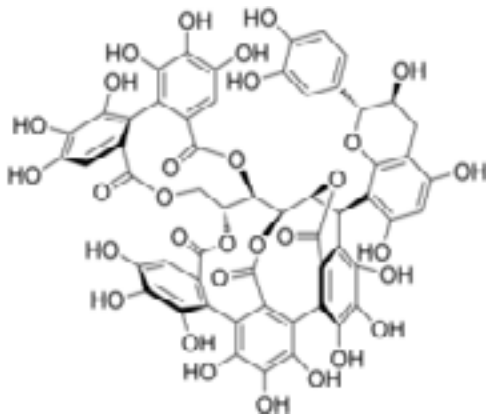


Figure 3. Complex tannins

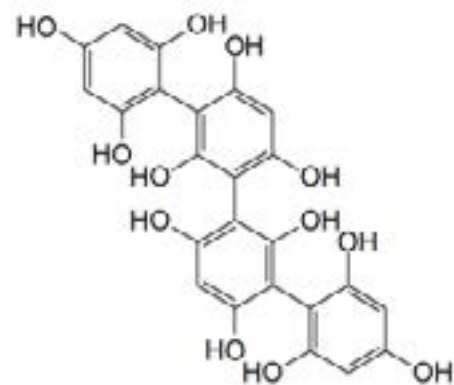


Figure 4. Phlorotannins

4. Биологийн идэвх

Дэлхийн хүн амын 80 гаруй хувь нь цай, кофе, дарс, шар айраг зэргээр дамжуулан өдөр тутмын амьдралдаа аргаах бодис буюу танниныг хэрэглэсээр иржээ. Энэ нь сэтгэлийн хөдөлгөөнийг сайжруулж, ядаргаа бууруулах үйлдэл үзүүлдэг байна¹⁷.

Аргаах бодис нь антиоксидант, нянгийн эсрэг, үрэвслийн эсрэг үйлдэл үзүүлдэг ба хоол хүнс, шим тэжээл, эмийн үйлдвэрлэлд ашигласаар иржээ¹⁸. Цашилбал, танниныг наалдамхай бодис, бүрээс, хөөс, шингээгч болгон хэрэглэдэг байна. Мөн ургамалд агуулагдах төрөл бүрийн танниныг патентжуулан эмчилгээний зорилгоор хэрэглэж байна Хүснэгт 2-т харууллаа¹⁹.

Уламжлалт анагаах ухаанд аргаах бодисыг олон тооны өвчин, халдварыг эмчлэхэд хэрэглэсээр ирсэн бөгөөд цэвэршүүлэн гаргасан хандыг *in vitro* болон *in vivo* орчинд судлахад антиоксидант, үрэвслийн эсрэг, чихрийн шижингийн эсрэг, зүрхний үйл ажиллагааг дэмжих, эдгээх, нянгийн эсрэг үйлчилгээтэй (вирусын эсрэг ба бактерийн эсрэг) болохыг тогтоожээ^{20,21}. Эдгээр судалгааны ажил нь таннин агуулсан ургамлын биологийн идэвхийг судлах, цэвэршүүлсэн танниныг анагаах ухаан, фармакологи, гоо сайхны бүтээгдэхүүн, мал эмнэлгийн салбарт шинэ хэрэглээг бий болгох боломжийг бүрдүүлнэ.

Table 2. Examples of patented tannin applications

Tannins	Properties	Patent No.
Punicalin, punicalagin, pedunculagin, tellimagrandin, corilagin, granatine a and b, terminalin	Treatment or prevention of cognitive and neurodegenerative disorders, metabolic syndrome, type 2 diabetes, dyslipidemia or obesity.	US20190000867A1
Punicalagins	Functional food and beverage with increased antioxidant capacity for preventing or treating hypercholesterolemia and/or hypertension	EP2033526A1
Chestnut tannins	Antioxidant or anti-microbial additive, or agent for reducing nitrosamines or mycotoxins	EP2904910B1
Ellagitannins	Treatment of bacterial infections	US20110105421A1
GA, EA, isoquercitrin, tellimagrandin I and II, pedunculagin, TGGs, PGG and di-galloyl-hexahydroxydiphenoyl-D-glucose	Inhibition or prevention of obesity, lipid storage (reducing blood triglyceride levels), hyperlipemia, arteriosclerosis and thrombosis	US7687085B2
Gallotannins and ellagitannins	Regulation of the synthesis and secretion of cytokines, including TNF- α and IL-1 β	US20080070850A1
Ellagitannins	Anti-inflammatory or anti-allergic agent by the inhibition of histamine release from mast cells. Regular oral administration of product can ameliorate or prevent rhinitis, atopic dermatitis or asthma	EP0727218A3
1,3,4-tri-galloylquinic acid, galloylshikimic acid derivatives strictinin, corilagin, castalagin, vescalagin, chebulinic acid, chebulagic acid, punicalin, punicalagin, puniacortein C, cannamtannin B2	Inhibition of the propagation in human cells of a human retrovirus (HIV)	CA2001898A1
Tellimagrandin	Inhibition of Gram-positive bacteria (<i>Staphylococcus aureus</i>) growth, anti-inflammation and leukemia treatment	US8975234B2

GA: gallic acid; EA: ellagic acid; PGG: pentagalloylglucose; TGG: trigalloylglucose; AP: aerial parts, F: flowers, L: leaves, P: petals, R: roots, S: seeds, St: stems. ns: not specified.

5. Таннин агуулсан эмийн ургамлууд

Таннин нь дэлхий дээр бүх төрлийн буурцагт ургамал, бут сөөг, хүнсний ногоо, жимс, жимсгэнэд өргөн тархсан ба навчит модны 5-10%-д нь агуулагддаг байна²². Өмнөх хэд хэдэн судалгаагаар Хуайс (*Asacia*)-ын зүйлийн ургамлуудад өтгөрдөг таннин өндөр агуулагддаг нь тодорхойлогдсон байна^{23,24}.

Таннины байгалийн эх үүсвэрүүдийн дотроос цайг дэлхий даяар тарьж ургуулдаг

бөгөөд цай үйлдвэрлэгч гол орнууд нь Энэтхэг, Жава, Шри Ланка, Суматра, Кени, Япон зэрэг байна²⁵.

Мөн таннин өндөр агуулагддаг ургамлын нэг бол *P.asiatica* билээ. Ялангуяа энэ ургамлын жимсэнд их хэмжээгээр агуулагддаг ба Европ болон Испанид *Prunus radus* гэж нэрлэдэг байна^{26,27}.

Таннин агуулсан эмийн ургамлуудыг Хүснэгт 3-т харууллаа.

Table 3. Tannin rich medicinal plants

Source	Species	Classification	Compounds	Bioactivities
<i>Acacia</i> sp.	<i>A. mearnsii</i> <i>A. nilotica</i>	Condensed tannin	Epi-FIS derivatives	Antioxidant anti-inflammatory, antimicrobial
<i>Castanea</i> sp.	<i>C. sativa</i>	Hydrolysable tannin	PoGG, EA, GA, diGA, epi/galocatechin, dicate- chin derivative	Antinociceptive, anti-inflammatory and antipyretic
<i>Juglans</i> sp.	<i>J. regia</i>			Antiplatelet, cardioprotective, antiatherogenic and anti-inflam- matory
<i>Lotus</i> sp.	<i>L. corniculatus</i> <i>L. peduncu- latus</i>	Condensed tannin	Heteropolymers PC: PD	Improvement of animal performance
<i>Picea</i> sp.	<i>P. abies</i>	Hydrolysable tannin	Punicalagin, punicalin, geraniin Castalin, ves- calin, CAST, VES, GA, EA, PoGG	Antioxidant (food preservative)
<i>Punica</i> sp.	<i>P. granatum</i>			Antiviral (herpes simplex-2, hepatitis B) antidiabetic
<i>Quercus</i> sp.	<i>Q. robur</i>	Hydrolysable tannin, condensed tannin	GA, QUERG, CYANG derivatives	Antimicrobial, anti-inflam- matory, immunomodulatory, antiapoptotic and healing
<i>Rhus</i> sp.	<i>R. coriaria</i>	Condensed tannin	CYANG, GA, malvidin-3- galactoside, vanillicacid	Antioxidant, antidiabetic and gastroprotective, antidiabetic and gastroprotective
<i>Sargassum</i> sp.	<i>S. fusiforme</i> <i>S. muticum</i>	Phlorotannin	Eckol, dieckol, Fihalols PG, diphlorethol, bi-and tri-fuhalol A, B	Antioxidant, antibacterial, antiproliferative, anti-inflammatory
<i>Schinopsis</i> sp.	<i>S. lorentzii</i> <i>S. balansae</i>	Hydrolysable tannin, condensed tannin	FIS-catechin polymers TGG, PGG, quinic acid-GAesters ProFIS polymers	Antioxidant, antimicrobial, anthelmintic Antioxidant, anti- microbial, anthelmintic
<i>Terminalia</i> sp.	<i>T. chebula</i>	Hydrolysable tannin	Chebulinic acid, TGG	Anti-inflammatory
<i>Vitis</i> sp.	<i>V. vinifera</i>	Condensed tannin	Galloylated PC, PC,	Antioxidant, anti-inflammatory, antiobesity
<i>Bistorta</i>	<i>B. officinalis</i>	Hydrolysable tannin	Ellagic acid, gallic acid	it makes a good wash for small burns and wounds, and is used to treat pharyngitis, stomatitis, vaginal discharge, anal fissure
<i>Bergenia</i>	<i>B. crassifolia</i>		Gallotannin	diuretic, antidiabetic, antitussive, insecticidal, anti-inflammatory, antipyretic, anti-bradykinin, anti- viral, antibacterial, antimalarial, hepatoprotective, antiulcer, anti- cancer, antioxidant, antiobesity, and adaptogenic.
<i>Sanguisorba</i>	<i>S. officinalis</i>		Ellagalic acid, gallic acid	anti-inflammatory, anti-cancer, anti-infection, antioxidant, anti- wrinkle, anti-allergic and neu- roprotective effects
<i>Padus</i>	<i>P. asiatica</i>	Condensed tannin	Cyanidin-3-glucoside	anti-inflammatory, diuretic, seda- tive, hemostatic

Definitions: CAST: castalagin, CYANG: cyanidin-3-glucoside, EA: ellagic acid, FIS: fisetinidin, GA: gallic acid, GT: gallotannin, PC: procyanidin, PD: prodelphinidin, PG: phloroglucinol; PGG: pentagalloylglucose, PoGG: polygalloylglucose, PT: phlorotannin, QUERG: quercetin-3-glucoside, TGG: trigalloylglucose, VES: vescalagin

Дүгнэлт

Ургамлын өсөлт, үржилд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг нэгдлүүдийг хоёрдогч метаболитууд гэж нэрлэдэг байна. Эдгээрээс хамгийн чухал нэгдлийн нэг нь полифенолт нэгдэл юм.

Таннин нь ургамалд өргөн тархсан полифенол нэгдэл бөгөөд хоол хүнс, гоо сайхан, эмчилгээний зорилгоор хэрэглэдэг байна. Эмчилгээний үйлдэл нь тухайн ургамалд агуулагдах таннины химийн бүтэц, физик шинж чанараас хамаардаг ба антиоксидант, хорт хавдрын эсрэг, харшлын болон үрэвслийн эсрэг, шимэгчийн эсрэг, нянгийн эсрэг, вирусын эсрэг, шархыг эдгээх, цусан суулга өвчнийг эмчлэх зэрэг олон төрлийн фармакологийн үйлдэл үзүүлдэг байна. Үүнээс харахад таннин нь эмчилгээний өндөр ач холбогдолтой хоёрдогч метаболит бөгөөд биологийн идэвхт нэмэлт бүтээгдэхүүн гарган авч, практикт нэвтрүүлэх боломжтой нь харагдаж байна. Гэсэн хэдий ч таннин уурагтай холбогдох чадвартай олон төрлийн нэгдлүүдийг агуулдаг учир химийн бүтцийг тодорхойлоход нилээд төвөгтэй байгаа нь олон судлаачийн анхаарлыг татаж цаашид илүү нарийвчлан судлах шаардлагатай нэглүүдийн нэг болж байна.

Ном зүй

1. Хүрэлбаатар Л, Цэрэндулам Л, Ахтолхын Т, Сансархуяг Э. Эмт ургамал судлал. Улаанбаатар 2018. 36-42.
2. Rao SR, Ravishankar G. Plant cell cultures:

chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology advances. 2002; 20(2):101-53.

3. Hassanpour S, MaheriSis N, Eshratkha B. Plants and secondary metabolites (Tannins): A Review. 2011.

4. Maheri-Sis N, Chaichi Semsari M, Eshratkha B, Sadaghian M, Gorbani A, Hassanpour S. Evaluation of the effects of Quebracho condensed tannin on faecal egg counts during naturally acquired mixed nematode infections in Moghani sheep. Annals Biol Res. 2011; 2(2):170-4.

5. Chung K-T, Wong TY, Wei C-I, Huang Y-W, Lin Y. Tannins and human health: a review. Critical reviews in food science and nutrition. 1998; 38(6):421-64.

6. Kumari M, Jain S. Screening of potential sources of tannin and its therapeutic application. Int J Nutr Food Sci. 2015; 4(2-1):26-9.

7. Barbehenn RV, Constabel CP. Tannins in plant–herbivore interactions. Phytochemistry. 2011; 72(13):1551-65.

8. De Hoyos-Martinez PL, Merle J, Labidi J, Charrier–El Bouhtoury F. Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production. Journal of Cleaner Production. 2019;206:1138-55.

9. Ghosh D. Tannins from foods to combat diseases. Int J Pharm Res Rev. 2015;4(5):40-4.

10. Khanbabaee K, Van Ree T. Tannins: classification and definition. Natural product reports. 2001; 18(6):641-9.

11. Molino S, Casanova NA, Rufiñ Henares JAN, Fernandez Miyakawa ME. Natural tannin wood extracts as a potential food ingredient in the food industry. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2019;68(10):2836-48.

12. Hassanpour S, Sadaghian M, MaheriSis N, Eshratkhah B, ChaichiSemsari M. Effect of condensed tannin on controlling faecal protein excretion in nematode-infected sheep: in vivo study. *Journal of American Science*. 2011; 7(5):896-900.
13. Min B, Hart S. Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science*. 2003; 81(14_suppl_2):E102-E9.
14. Okuda T, Ito H. Tannins of constant structure in medicinal and food plants—hydrolyzable tannins and polyphenols related to tannins. *Molecules*. 2011; 16(3):2191-217.
15. Sharma K, Kumar V, Kaur J, Tanwar B, Goyal A, Sharma R, et al. Health effects, sources, utilization and safety of tannins: A critical review. *Toxin Reviews*. 2021;40(4):432-44.
16. Fraga-Corral M, Otero P, Echave J, Garcia-Oliveira P, Carpena M, Jarboui A, et al. By-products of agri-food industry as tannin-rich sources: A review of tannins' biological activities and their potential for valorization. *Foods*. 2021; 10(1):137.
17. Fraga-Corral M, Garcia-Oliveira P, Pereira AG, Lourenço-Lopes C, Jimenez-Lopez C, Prieto MA, et al. Technological application of tannin-based extracts. *Molecules*. 2020; 25(3):614.
18. Huang Q, Liu X, Zhao G, Hu T, Wang Y. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*. 2018; 4(2):137-50.
19. Shirmohammadli Y, Efhamisizi D, Pizzi A. Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review. *Industrial Crops and Products*. 2018; 126:316-32.
20. Serrano J, Puupponen-Piimä R, Dauer A, Aura AM, Saura-Calixto F. Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Molecular nutrition & food research*. 2009; 53(S2):S310-S29.
21. Smeriglio A, Barreca D, Bellocco E, Trombetta D. Proanthocyanidins and hydrolysable tannins: occurrence, dietary intake and pharmacological effects. *British journal of pharmacology*. 2017; 174(11):1244-62.
22. Das AK, Islam MN, Faruk MO, Ashaduzzaman M, Dungani R. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*. 2020; 135:58-70.
23. Pohlen HAJ, Janssens M. Growth and production of coffee. *Soils, plant growth and crop production*. 2010; 3:101.
24. Velu G, Palanichamy V, Rajan AP. Phytochemical and pharmacological importance of plant secondary metabolites in modern medicine. *Bioorganic phase in natural food: an overview*: Springer; 2018. p. 135-56.
25. Samanta S, Giri S, Parua S, Nandi D, Pati B, Mondal K. Impact of tannic acid on the gastrointestinal microflora. *Microbial ecology in health and disease*. 2004; 16(1):32-4.
26. David A, Mark S, Tricia L, Arny L. Invasive European bird cherry (*Prunus padus*) reduces terrestrial prey subsidies to urban Alaskan salmon streams¹. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2016.
27. Donno D, Mellano MG, De Biaggi M, Riondato I, Rakotoniaina EN, Beccaro GL. New findings in *Prunus padus* L. fruits as a source of natural compounds: Characterization of metabolite profiles and preliminary evaluation of antioxidant activity. *Molecules*. 2018; 23(4):725.

Уншин танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
ЭЗУ-ы доктор, дэд профессор Т.Ахтолхын