

# Гачуурт Орчмын Нуга ба Хээрийн Зарим Ургамлын Хлорофиллийн Флуоресценцийн Үзүүлэлтүүд

Ш.Оюунгэрэл, Б.Бурмаа, Т.Гун-Аажав

МУИС, ШУС-ийн Биологийн тэнхим

## ТОВЧ УТГА

Бид нуга ба хээрийн ургамлуудын фотосинтезийн идэвх болон физиологийн үйл ажиллагааг хэр зэрэг ялгаатай байдгийг харьцуулах зорилгоор энэхүү судалгааг Fluorep-FP100 багажийг ашиглан 2015 оны 6-р сард Гачуурт орчимд хийсэн. Оптимал квант гарц нугын ургамлуудад 0,75-0,76 байхад хээрийн ургамлуудад 0,72-0,73, флуоресценцийн багасалтын харьцаа нугын ургамлуудад 3,40-3,43 байхад хээрийн ургамлуудад 2,95-3,35 байна.

**ТҮЛХҮҮР ҮГ:** флуоресценц, оптимал квант гарц, флуоресценцийн багасалтын харьцаа, фотосинтезийн идэвх, нуга, хээр.

## I. УДИРТГАЛ

Ногоон ургамалд явагдах фотосинтезийн процессын тусламжтайгаар агаараас нүүрсхүчлийн хийг шингээн авч, агаарт хүчилтөрөгчийг ялгаруулахын зэрэгцээ органик биш бодисуудаас органик бодисыг өөртөө нийлэгжүүлэн хооллон, өсөн үржиж, амьдардаг. Энэхүү фотосинтезийн процессыг явуулахад нарны гэрлийн энергийг шингээн авдаг чухал ач холбогдолтой пигмент бол хлорофилл бөгөөд ургамал хлорофиллийг их хэмжээгээр агуулдаг учраас бидэнд ногоон өнгөтэй харагддаг. Хлорофиллийн физик шинж бол гэрлийг сонгож шингээх чадвар бөгөөд флуоресценцийн үзэгдлийг илрүүлдэг. Ямар нэгэн бие тусч байгаа гэрлийг эргүүлж цацаргах үзэгдлийг флуоресценц гэнэ. Хлорофиллүүд флуоресценцийг үзүүлэхдээ маш богино хугацаанд  $10^{-8}$ - $10^{-9}$  сек гэрлийг хүлээн авч идэвхжиж байгаа өдөөгдсөн төлөв юм. Гэрлийн үйлчлэл зогсогц хлорофиллийн өдөөгдсөн молекул бага энергитэй үндсэн төвшиндөө шилжинэ. Энэ үед нь шингээсэн эрчим хүчний нэг хэсгийг алдаж дулаанд шилжүүлэх юмуу аль эсвэл гэрэл хэлбэрээр буцааж цацаргадаг. Амьд эсэд флуоресценцийн үзэгдэл багасаж ирдэг нь буцаж цацарч байгаа гэрлийг хлорофилл дахин шингээдэгтэй холбоотой. Флуоресценцийн эрчим их байх нь хлорофилл фотохимийн идэвхтэй байгааг гэрчилдэг. Иймээс ургамлуудын

флуоресценцийн үзүүлэлтүүдээр төлөөлүүлэн фотосинтезийн идэвх, түүнчлэн физиологийн үйл ажиллагааг нь үнэлэх боломжтой. Нуга ба хээр нь ус чийг, температур, нарны гэрэл болон ургамал ургахад зайлшгүй шаардлагатай гадаад орчны нөхцөлүүдээрээ нэлээд ялгаатай бөгөөд энэ ялгаа нь ургамлын физиологийн үйл ажиллагаанд хэрхэн нөлөөлдөгийг илрүүлэх зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэлээ.

## II. МАТЕРИАЛ

Судалгаанд нугад ургаж буй 6 зүйлийн ургамал (хус-*Betula microphylla*, тагийн тарна-*Polygonum alpinum*, ледобурын бургас-*Salix lederbouriana*, эмийн багваахай-*Taraxacum officinalis*, эмийн сөд-*Sanquisorba officinalis*, лавр навчит улиас-*Populus laurifolia*), хээрт ургаж буй 6 зүйлийн ургамал (дагуур тарваган шийр-*Thermopsis dahurica*, үмхий шимэлдэг-*Dracocephalum foetidum*, одой далан түрүү-*Stellera chamaejasme*, дагуур хатны цэцэг-*Cymbaria dauricum*, урт навчит гишүүнэ-*Rheum undulatum*, замын таван салаа-*Plantago depressa*) нийт 12 зүйлийн ургамлыг сонгож авсан.

### Ш. АРГА ЗҮЙ

Хлорофиллийн флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийг Fluor Pen (FP 100) багажаар тодорхойлсон. Оптималь квант гарц (optimal quantum yield, Schreiber & Bilger 1993) 1 гэрлийн квантад (нэгж гэрлийн эрчимд) харгалзах CO<sub>2</sub>-ийн хэмжээ юм. Энэ хэмжээ их байвал гэрлийн энергийг сайн ашиглаж байна, харин бага байвал муу ашиглаж байгааг харуулах бөгөөд фотосинтезийн гэрлийн шатны урвалаар нь тухайн ургамлын физиологийн үйл ажиллагааг үнэлэх боломжтой. C<sub>3</sub> ургамалд оптималь квант гарцын хамгийн их утга 0.832 байдаг. Флуоресценцийн багасалтын харьцаа (Rfd)-гаар фотосинтезийн гэрлийн ба харанхуй шатны урвалуудыг нийтэд нь үнэлэх боломжтой бөгөөд тухайн үеийн флуоресценц (Ft), оптималь квант гарц (QY) ба флуоресценцийн хамгийн их (P) утгуудыг олж, дараах томъёогоор тооцоолон гаргадаг. Rfd ≥ 2.5 бол CO<sub>2</sub>-ийн шингээлт буюу фотосинтезийн идэвх сайн байгааг, харин Rfd < 1 бол фотосинтезийн эрхтний үйл ажиллагаа хангалтгүй байгааг тус тус харуулна [1-4].

$$P = \frac{Ft}{1 - QY}$$

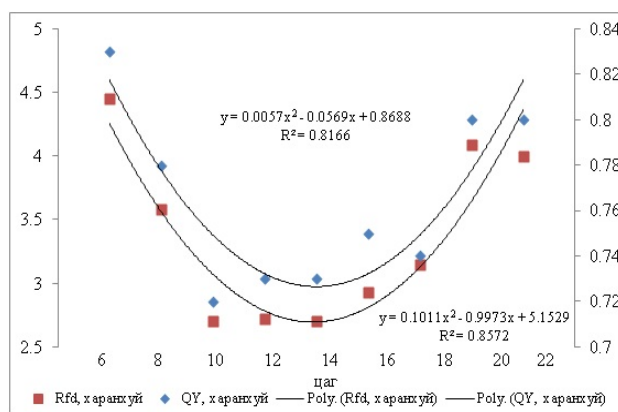
$$Rfd = \frac{P - Ft}{Ft}$$

### IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

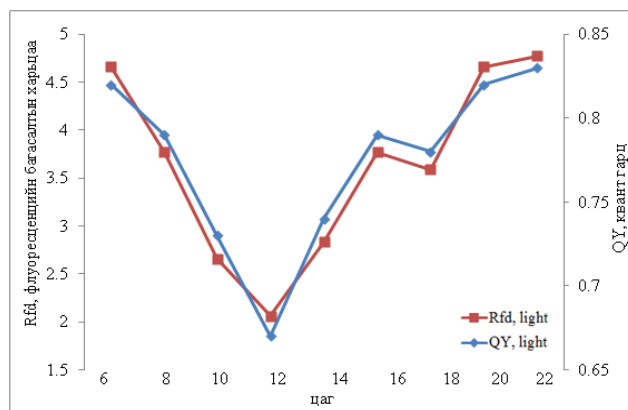
#### А. Флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн өдрийн явц:

Гачуур орчмын нуга ба хээрийн нийт 12 зүйлийн ургамалд флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн өдрийн явцыг өглөөний 6 цагаас оройн 22 цаг хүртэл 2 цагийн интервалтайгаар тодорхойлсон. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд, хлорофиллийн флуоресценцийн үзүүлэлт (Ft) өдрийн туршид нэлээд хэлбэлтэй тогтворгүй буюу тухайн үеийн флуоресценцийн утгыг л зөвхөн илэрхийлж байна. Тийм учраас тухайн үеийн флуоресценцийн утга нь дангаараа ямар нэгэн

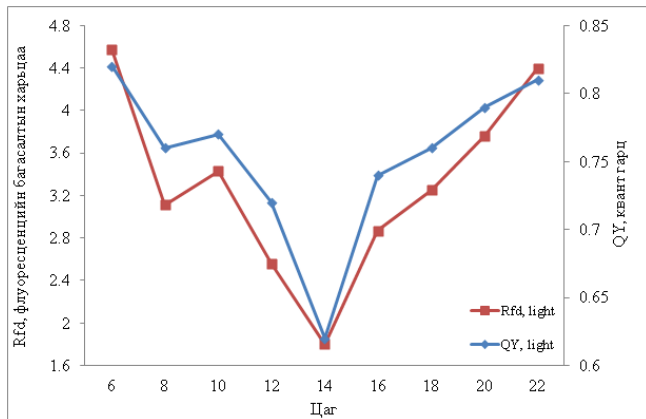
зүй тогтлыг илэрхийлж чадахгүй боловч энэ үзүүлэлт болон тухайн үеийн квант гарцын утгаар флуоресценцийн хамгийн их утга (P) болон флуоресценцийн багасалтын харьцаа (Rfd)-ны утгуудыг олох боломжтой. Оптималь квант гарц (QY), флуоресценцийн багасалтын харьцаа (Rfd)-ны үзүүлэлтүүд шууд хүчтэй хамааралтай (0.97-0.99) бөгөөд эдгээр үзүүлэлтүүд өглөөний цагуудад их байгаад, өдрийн цагуудад буурч, оройн цагуудад эргээд бага зэрэг ихэсч байна (Зураг 1-4). Үүнээс үзэхэд фотосинтезийн идэвх өглөөний 10-12 цагуудад хамгийн их байх бөгөөд үд дунд нарны гэрлийн эрчим хамгийн их байдаг учраас ургамал ууршилтаа багасгахын тулд навчны амсараа хааж, нүүрсхүчлийн хий шингэх боломжгүйгээс болоод фотосинтезийн идэвх буурч ирдэгийг харуулж байна.



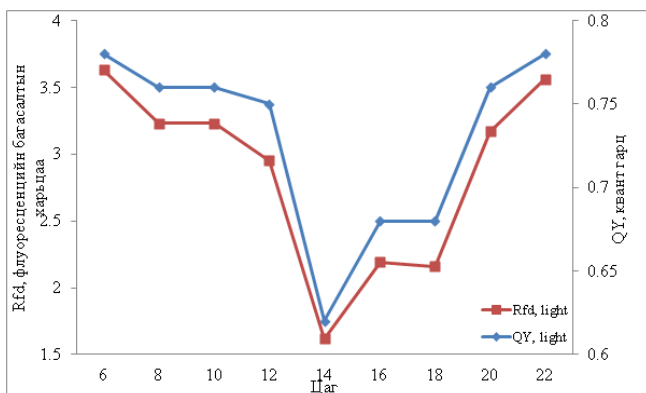
Зураг 1. Гачуурт орчмын ургамлуудын флуоресценцийн өдрийн явцын дундаж үзүүлэлт



Зураг 2. Betula microphylla-ийн хлорофиллийн флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн өдрийн явц

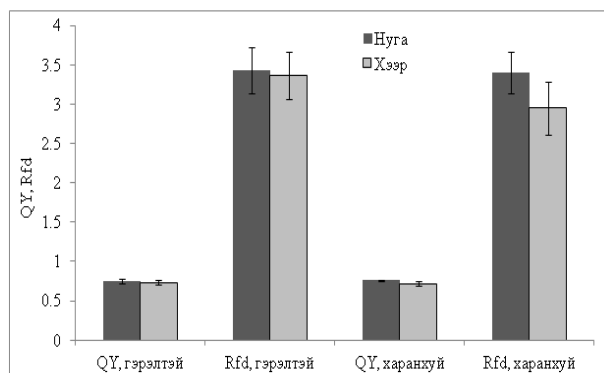


Зураг 3. *Dracoscephalum foetidum*-ийн хлорофиллийн флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн өдрийн явц



Зураг 4. *Plantago depressa*-ийн хлорофиллийн флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн өдрийн явц

фотосинтезийн идэвх харьцангуй бага байгааг харуулж байна. Харин нуга нь ургамлын физиологийн үйл ажиллагаанд гол чухал шаардлагатай ус чийгийн хангамж сайтай учраас тэнд ургаж буй ургамлуудын фотосинтезийн идэвх хээрийн ургамлуудынхаас харьцангуй илүү байна. Гэсэн хэдий ч нуга ба хээрийн ургамлуудын флуоресценцийн багасалтын харьцаа аль алинд нь 2,5-аас их буюу фотосинтезийн идэвх аль алинд нь сайн [2] байгааг харуулж байна. Энэ тухайн ургамлуудын орчин нөхцөлдөө дасан зохицон физиологийн үйл ажиллагаагаа хэвийн явуулж байдгийг харуулж байна.



Зураг 5. Нуга ба хээрийн ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн харьцуулалт

## Б. Нуга ба хээрийн ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн харьцуулалт

Гачуурт орчмын нуга ба хээрт ургаж буй ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн дундаж хэмжээгээр тэдгээрийг хооронд харцуулахад нугын ургамлуудын үзүүлэлт ямагт хээрийн ургамлуудынхаас илүү байв. Тухайлбал оптималь квант гарц 0,75-0,76 байхад нугын ургамлуудад 0,72-0,73, флуоресценцийн багасалтын харьцаа нугын ургамлуудад 3,40-3,43 байхад хээрийн ургамлуудад 2,95-3,35 байна (Хүснэгт 1-2, Зураг 5). Үүнээс үзэхэд хээрийн экосистем нь нугыг бодоход фотосинтезд шаардлагатай нарны тусгацын хэмжээгээр илүү боловч ус чийгийн хангамж ямагт нугаас бага, дутагдалтай байдагтай холбоотойгоор

## V. ДҮГНЭЛТ

1. Ургамлуудын оптималь квант гарц (QY), флуоресценцийн багасалтын харьцаа (Rfd)-ны үзүүлэлтүүд шууд хүчтэй хамааралтай бөгөөд өглөөгүүр болон оройн цагаар их, харин өдрийн цагаар багасч байна. Үүнээс үзэхэд фотосинтезийн процесс өглөөгүүр хамгийн их эрчимтэй явагдах бөгөөд үд дундын үед буурч, оройн цагаар бага зэрэг нэмэгдэж байна. Үд дундын үед халуун нарны гэрлийн эрчим их учраас амсар хаагдаж, агаараас CO<sub>2</sub> нэвтрэх боломжгүй байдагтай холбоотой.
2. Оптималь квант гарц 0,75-0,76 байхад нугын ургамлуудад 0,72-0,73, флуоресценцийн багасалтын харьцаа нугын ургамлуудад 3,40-3,43 байхад хээрийн ургамлуудад 2,95-3,35 байна.

Нугын ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүд хээрийн ургамлуудынхаас харьцангуй илүү байгаа нь тэдгээр

экологийн орчны усан хангамжтай холбоотой гэж үзэж байна.

Хүснэгт 1. Нуга ба хээрийн ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн дундаж хэмжээ

№	Ургамлын нэр	Гэрэлтэйд			Харанхуйд (20 минут)		
		Ft	QY	Rfd	Ft	QY	Rfd
<b>Нугын ургамлууд</b>							
1	<i>Betula microphylla</i>	4242±635	0.77±0.05	3.64±0.97	4369±493	0.77±0.04	3.58±0.89
2	<i>Polygonum alpinum</i>	3739±495	0.73±0.11	3.21±1.23	4710± 1216	0.75±0.06	3.21±0.92
3	<i>Salix lederbouriana</i>	4382 ±193	0,72 ±0,03	2,96± 1,24	5050± 484	0,6± 0,04	1,87± 0,32
4	<i>Taraxacum officinalis</i>	5743±374	0,7±0,02	2,59±0,24	5825±472	0,68±0,03	2,46±0,30
5	<i>Sanquisorba officinalis</i>	4656±262,7	0,76±0,17	3,36±0,73	4670±883	0,75±0,04	2,89±0,59
6	<i>Populus laurifolia</i>	3823±371	0,77±0,02	3,52±0,65	4175±524,4	0,74±0,03	3,09±0,76
	Дундаж	4552±744	0.75±0,03	3.43±0,30	4595±337	0.76±0,01	3.40±0,26
<b>Хээрийн ургамлууд</b>							
1	<i>Thermopsis dahurica</i>	2927±422	0,71±0,05	3,32±1,16	3421±403,9	0,73±0,04	3,25±0,57
2	<i>Dracocephalum foetidum</i>	3936±448	0,75±0,03	3,31±0,40	5235±501	0,71±0,03	2,73±0,43
3	<i>Stellera chamaejasme</i>	3675±402	0,78±0,02	3,69±0,36	4092±525	0,74±0,05	3,29±0,90
4	<i>Cymbaria dauricum</i>	2207±266	0,76±0,02	2,90±0,34	2668±526	0,74±0,04	3,00±0,56
5	<i>Rheum undulatum</i>	3510±204	0,77±0,02	3,56±0,37	4062±422,6	0,68±0,04	2,49±0,4
6	<i>Plantago depressa</i>	4218±182	0,73±0,17	2,86±0,71	4700±732	0,65±0,05	2,20±0,40
	Дундаж	3412±734	0.73±0,03	3.36±0,30	4030±909	0.72±0,03	2.95±0,34

3.

4. Хүснэгт 2. Нуга ба хээрийн ургамлуудын флуоресценцийн үзүүлэлтүүдийн харьцуулалт

Ургамал	QY, гэрэлтэй	Rfd, гэрэлтэй	QY, харанхуй	Rfd, харанхуй
Нугын ургамлууд	0.75±0,03	3.43±0,30	0.76±0,01	3.40±0,26
Хээрийн ургамлууд	0.73±0,03	3.36±0,30	0.72±0,03	2.95±0,34

- 
1. Manuals of CO<sub>2</sub> and fluorescence measurements. 2001. Qubit Systems. Inc. Canada.
  2. Mohammed G.H., Binder W.D. & Gillies S.L. 1995. Chlorophyll fluorescence: A review of its practical forestry applications and instrumentation. *Scand. J. For. Res.* 10: 383-410
  3. Rinderle, U. & Lichtenthaler, K.K. 1988. The chlorophyll fluorescence ratio  $F_{690}/F_{735}$  as a possible stress indicator. *Applications of Chlorophyll Fluorescence*, pp. 189-196. Kluwer Academic, Dordrecht.
  4. Schreiber, U. & Bilger, W 1993. Progress in chlorophyll fluorescence research: major developments during the past years in retrospect. *Progr. Bot.* 54: 151-173