

Хөдөө аж ахуйн тоон мэдээлэлд таамаглал дэвшүүлж, шалгах

Г.Золзаяа¹, Б.Өсөхбаяр^{2*}

¹-Эдийн засаг, бизнесийн сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

²-Инженер, технологийн сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

*Холбоо барих хаяг: usukhbayar@muls.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Ургамал өсч хөгжих, ургац бүрэлдэх үйл явц нь гадаад орчны олон хүчин зүйлийн шууд нөлөөгөөр ургамалд явагдах тодорхой биологи, физиологи, биофизик, зарим талаар биохимийн хуулиудад ямар нэгэн байдлаар захирагддаг. Ургамал ургах, ургац бүрэлдэх явцыг дээрх хуулиудын хүрээнд авч үзэхдээ ургамал болон түүний хүрээлэн буй орчны хоорондох зүй тогтлыг математик, статистикийн аргаар илэрхийлж, ургамалын ургах бүхий л үйл явцыг загварчлах боломжтой. ХАА-н судалгаанд түүврийн тоо мэдээнд тулгуурласан параметр нь эх олонлогийг төлөөлж чадах эсэх талаар таамаглал дэвшүүлж, шалгах шаардлага зайлиггүй тулгардаг. Математик, статистикийн шинжилгээнд таамаглал дэвшүүлж, шалгах олон төрлийн арга байдгаас **Стюдентийн шинжүүрээр**, **Фишерийн шинжүүрийг** өргөн ашигладаг ба эдгээр нь эцсийн үр дүнг илэрхийлэхэд хангалтгүй, тиймээс *Wald test*, *Variables test*, *Reset test* ашиглах шаардлагатай.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Хамаарлын шинжилгээ, загварын ач холбогдол, хувьсагчдын шалгуур

ОРШИЛ

Манай орны газар тариаланд байгаль орчин, цаг уурын өөрчлөлт нь онцгой нөлөөтэй. Үр тарианы ургацыг байгаль цаг уурын нөхцөлтэй уялдуулж, монгол орны агро уур амьсгалын 5 мужид хуваан, муж тус бүрийн хур тунадасны нийлбэр, хуурайшилтын коэффициент, температурын нийлбэрийг судлах нь оновчтой ба жил жилийн үр

тарианы ургац нь олон жилийн дунджаас их хэмжээгээр хэлбэлзэж, энэ өөрчлөлтийн 90-95 хувь нь 4-7 сарын хур тунадасны нийлбэр хэмжээнээс шалтгаалж байдаг. Үр тарианы ургацын хэмжээ, 4-7 сарын тунадасны хэмжээ хоёр нягт хамааралтай (корреляцийн коэффициент нь 0.61-0.71) болохыг судлаачид тогтоосон байна [1].

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Буудайн ургацанд хөрсний чанараас гадна уур амьсгал, газрын гадарга, технологи, экологи зэрэг олон хүчин зүйлс нөлөөлдөг. Буудайн ургацанд нөлөөлөх 1970-2015 оны байгаль, цаг уурын үзүүлэлтүүд болох вольфын¹ тоо, газар тариалангийн төв бүс нутгийн 5-8 сарын хур тунадасны хэмжээ

(мм), агаарын дундаж температур (⁰С) зэрэг үзүүлэлтүүдийг сонгож, стандарчилсан дундаж хэмжигдэхүүнд шилжүүлж, хос хамаарлын корреляцийн шинжилгээ, олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ хийж, таамаглал дэвшүүлж, шалгасан болно.

¹Наран дээрх толбожилтын тоо

Хүснэгт 1

1970-2015 оны газар тариалангийн төв бүсийн буудайн ургац, байгаль цаг уурын үзүүлэлтүүд

Он	Буудай, цн	Вольфын тоо, мДж	5-8 сарын хур тунадасны нийлбэр, мм	5-8 сарын температурын нийлбэр, °C
Код	<i>buudai</i>	<i>wolf</i>	<i>RF</i>	<i>temp</i>
1970	8.3	104.500	207.3	1649.2
...
2014	15.2	132.600	286.7	1960.3
2015	5.6	88.300	251.6	1573.7

Буудайн ургацын өсөх, буурах зүй тогтол нь олон төрлийн хүчин зүйлээс хамаарч байж болно. Хэрэв үр дүнгийн шинж тэмдэг (*y*) нь 2 ба түүнээс дээш хүчин зүйлээс (*x*) хамаарах хамаарлыг судалж байвал олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ болно. Олон хүчин зүйлийн регрессийн тэгшитгэлийн ерөнхий хэлбэр дараах байдлаар бичигддэг.

$$y_x = a_0 + a_1x_{1i} + a_2x_{2i} + \dots + a_kx_{ki} + e_i \quad (1)$$

Үүний:

*a*₀, *a*₁, *a*₂, *a*_k – үр дүнгийн шинж тэмдгийн параметр

*e*_i – загварын алдааны илэрхийлэл

Таамаглалын шалгуурыг явуулахдаа судалгааны ажлын зорилго, шинжилгээнд ашиглагдаж буй арга зүйгээс хамаарч ялгаатай явуулдаг [2]. ХАА-н тоон мэдээлэлд дараах шалгууруудыг шалгаж болно. Үүнд:

1. Хоёр талт шалгуур
2. Загварын ач холбогдлын шалгуур
3. Орхигдуулсан хувьсагчийн шалгуур
4. Хамааралгүй хувьсагчийн шалгуур
5. Рамсайн ресет шалгуур гэх мэт.

Олон хүчин зүйлийн хамаарлын шинжилгээ хийж, шалгуур үзүүлэлтийг тооцохын тулд статистик, эконометрикийн шинжилгээнд өргөн ашигладаг **EViews** програмыг ашигласан.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Олон хүчин зүйлийн хос хамаарлын корреляцийн матрицыг тооцож, нягтыг илэрхийлэхдээ судалгааны өгөгдөл оруулсан **EViews** програмын файлаас **Quick/Group statistics/Correlations** командыг сонгож,

тооцоолсон. Хос хамаарлын корреляцийн матрицын утгаас үзэхэд шалгуур үзүүлэлт, шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн хоорондох хамаарал харилцан адилгүй байна.

	BUUDAI	RF	TEMP	WOLF
BUUDAI	1.000000			
RF	0.612521	1.000000		
TEMP	-0.069407	-0.045884	1.000000	
WOLF	-0.191080	-0.115206	0.346852	1.000000

1-р зураг. 1970-2015 оны буудайн ургац, байгалийн хүчин зүйлийн корреляцийн матрицын үр дүн

Дээрх тооцооллын үр дүнгээс 1970-2015 онд газар тариалангийн төв бүсийн байгаль, цаг уурын үзүүлэлтүүд жил бүр өөр өөр байсан ба буудайн ургацанд 5-8 сарын хур тунадасны нөлөө өндөр байна. Буудайн ургац ба 5-8 сарын агаарын дундаж температур хоорондын хамаарал сул байна. Хүчин зүйл

тус бүрийн хоорондын хамааралд мультиколлинар шинж илрээгүй байна. Тиймээс буудайн ургацанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг ашиглан олон хүчин зүйлийн регрессийн тэгшитгэлийг тооцоолж болно. 1970-2015 онд газар тариалангийн төв бүсийн буудайн ургац ба байгаль, цаг уурын

үзүүлэлтүүдийн хоорондын хос хамаарлын судалгааны дүнгээс үзүүлэлт хоорондох хамаарал вольфын тоо ($r_w = -0.19$), 5-8 сарын хур тунадас ($r_{rf} = 0.61$), 5-8 сарын агаарын дундаж температур ($r_{temp} = -0.07$) гарсан байна. Өөрөөр хэлбэл газар тариалангийн төв бүсэд байгаль, цаг уурын нөхцөлүүдээс буудайн ургацанд хамгийн гол хамааралтай үзүүлэлт нь 5-8 сарын хур тунадасны хэмжээ эерэг хамааралтай, харин вольфын тоо ба 5-8 сарын агаарын дундаж температур сөрөг хамааралтай байна.

$$buudai = -2.55 + 0.055 * rf - 0.0066 * wolf \quad (2)$$

5-8 сарын хур тунадасны хэмжээ 1 мм өөрчлөгдөхөд буудайн га-н ургац 0.055 цн нэмэгдэж байна. Детерминацийн коэффициент 0.42 гарсан нь дунд зэргийн

Буудайн ургацын хэлбэлзлийн 43.6 хувь нь вольфын тооноос, 78.1 хувь нь 5-8 сарын хур тунадасны хэмжээнээс, 26.5 хувь нь 5-8 сарын агаарын дундаж температураас хамаарч байгаа учир тооцооллоос хасаж, регрессийн шинжилгээг хийсэн. Регрессийн шинжилгээг гүйцэтгэхдээ **EViews** програмын тооцооллын хэсгээс **Quick/Estimation equation** сонгож, тэгшитгэлээ оруулж тооцсон. Тооцооллын үр дүнгээс харахад 5-8 сарын хур тунадасны тооны параметрийн утга 5%-н түвшинд ач холбогдолтой байна.

хамааралтай, Akaike, Schwarz, Durbin Watson шалгууруудыг утга загварын бодит утгатай байгааг харуулж байна. Загварын шалгуур үзүүлэлтийг тус бүрд нь авч үзлээ.

Хүснэгт 2.

ХАА-н тоон мэдээллийн шалгуурын тооцооллын үр дүн

№	Шалгуурын нэр	Статистик шалгуур	Тоон утга	Чөлөөний зэрэг	Таамаглал	Тайлбар
1	Параметрийн хоёр талт шалгуур	T-статистик	5.402194	43	0.0000	Буудайн ургацанд хур тунадас нөлөөлөх эсэхийг тогтоох шалгуур
		F-статистик	29.18370	(1, 43)	0.0000	
		Хи квадрат	29.18370	1	0.0000	
2	Загварын ач холбогдлын шалгуур	F-статистик	15.76105	(2, 43)	0.0000	Хур тунадас, вольфын тооны регрессийн шалгуур
		Хи квадрат	31.52211	2	0.0000	
3	Орхигдуулсан хувьсагчийн шалгуур	T-статистик	0.190046	42	0.8502	Буудайн ургацанд агаарын дундаж температурын шалгуур
		F-статистик	0.036118	(1, 42)	0.8502	
		Likelihood ratio	0.039540	1	0.8424	
4	Хамааралгүй хувьсагчийн шалгуур	T-статистик	0.896637	43	0.3749	Вольфын тооны шалгуур
		F-статистик	0.803957	(1, 43)	0.3749	
		Магадлалын харьцаа	0.852106	1	0.3560	
5	Рамсайн ресет шалгуур	F-статистик	5.835783	(2, 41)	0.0059	ХАА-н тоон мэдээллийн шалгуур
		Магадлалын харьцаа	11.52317	2	0.0031	

Параметрийн хоёр талт шалгуур (Wald test): Дэвшүүлэн шалгах гэж буй таамаглалыг тэг таамаглал гээд H_0 гэж тэмдэглэдэг бол өрсөлдөгч таамаглалыг H_1 гэж тэмдэглэнэ. Бидний судалгааны үр дүнг $H_0: a_1 = 0$ буюу хур тунадас нь ургацанд нөлөөлөхгүй, өрсөлдөгч таамаглал нь $H_0: a_1 \neq 0$ буюу хур

тунадас нь ургацанд нөлөөтэй гэж үзнэ. Таамаглалын шалгуурыг хийхдээ регресс тооцсон тооцооллын цонхноос **View/Coefficient Diagnostics/Wald test-Coefficient Restrictions** командыг сонгож, Wald test хэсэгт $C(2) = 0$ гэж оруулж, тооцоолол хийнэ. Хүснэгтэнд $t_{statistic}$,

$F_{statistic}$ *chi – square* гэсэн гурван шалгуурын үр дүнг харуулж байгаа бөгөөд $H_0: a_1 = 0$ таамаглалын хувьд гурван шалгуур бүгд няцаагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл тооцооллын цонхонд $5.402 > 0.000$ гарсан учир хур тунадас ургацанд нөлөөлөхгүй гэсэн таамаглал няцаагдаж, хур тунадас ургацанд нөлөөтэй гэсэн өрсөлдөгч таамаглал хүлээн зөвшөөрөгдөж байна.

Загварын ач холбогдлын шалгуур: Бидний авч үзэж буй судалгааг $buudai = a_0 + a_1 * rf + a_2 * wolf + e$ загварын ач холбогдлын шалгуурыг явуулахдаа $H_0: a_1 = 0, a_2 = 0$ гэсэн тэг таамаглал болон $H_0: a_1 \neq 0, a_2 \neq 0$ гэсэн өрсөлдөгч таамаглалыг дэвшүүлэн шалгана. Таамаглалын шалгуурыг хийхдээ регресс тооцсон тооцооллын цонхноос *View/Coefficient Diagnostics/Wald test-Coefficient Restrictions* командыг сонгож, Wald test хэсэгт $C(2) = 0, C(3) = 0$ гэж оруулж, тооцооллыг явуулна. $F_{statistic}$ буюу **Фишерийн шинжүүр** утга $15.76 > 0.00$ гарсан нь загвар дахь параметрууд бүхэлдээ эсвэл аль нэг параметр нь тэгээс ялгаатай болохыг харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл 5-8 сарын хур тунадас, вольфын тооны утга үнэмшилтэйг харуулна.

Орхигдуулсан хувьсагчийн шалгуур: Бидний судалгааны тооцоололд буудайн ургацанд 5-8 сарын хур тунадас вольфын тоо нөлөөтэй болохыг регрессийн тэгшитгэлийг тооцох замаар харуулсан. Тэгвэл 5- сарын агаарын дундаж температур буудайн ургацанд нөлөөтэй байж болох уу? гэсэн асуулт гарч болно. Үүнийг бид орхигдуулсан хувьсагч ашиглан шалгаж болно. Шалгуурыг хийхдээ *EViews програмын* регрессийн загвар тооцсон тооцоололд *View/Coefficient Diagnostics/Omitted Variables Test-Likelihood Ratio* командыг сонгож, гарч ирэх талбарт *temp* гэж бичиж, үр дүнг тооцоолно. Дээрх тооцооны үр дүнгээс харвал загварт *temp*

гэсэн хувьсагч нөлөөгүй орхигдуулж болно гэсэн тэг таамаглал 10%-н түвшинд зөвшөөрөгдөж, загварт нөлөөтэй гэсэн таамаглал няцаагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл Probability 0.8502 нь 0.1 – с их байгаа тул таамаглал зөвшөөрөгдөж байна.

Хамааралгүй хувьсагчийн шалгуур: Хамааралгүй буюу илүүдэл хувьсагчийн шалгуурыг явуулахдаа *EViews програмын* регрессийн загвар тооцсон тооцоололд *View/Coefficient Diagnostics/Redundant Variables Test-Likelihood Ratio* гэсэн сонголтыг хийж, гарч ирэх талбарт *wolf* гэсэн хувьсагчийг зааж өгнө. Хүснэгтэнд $t_{statistic}$, $F_{statistic}$ *likelihood ratio* гэсэн гурван шалгуурын үр дүн Probability-с их байгаа нь буудайн ургацанд вольфын тоо нөлөөтэй болохыг харуулна.

Рамсайн ресет шалгуур: Рамсайн ресет шалгуур нь хүчин зүйлийн хувьсагчийг орхигдуулах, загварын хэлбэрийг буруу сонгосон эсэхийг шалгахад гол төлөв ашигладаг. Дэвшүүлж буй тэг таамаглал нь $H_0: x_1 = 0, x_2 = 0$ байгаа ба тэг таамаглал хүлээн зөвшөөрөгдвөл загварыг ач холбогдолтой гэж үзэх бөгөөд тэг таамаглал няцаагдаж, өрсөлдөгч таамаглалыг хүлээн зөвшөөрвөл загварыг сайжруулах шаардлагатай гэж үзнэ. Энэ шалгуурыг *EViews програмын* регрессийн загвар тооцсон тооцоололд *View/Stability Diagnostics/Ramsey RESET test* гэж сонгоод, гарч ирэх талбарт 2 (энэ нь параметрийн тоог заана) гэж бичээд, тооцооллыг явуулна. Хүснэгтэнд Ramsey reset шалгуурын эхний хэсгийг харуулсан бөгөөд F шалгуурын үр дүнг харуулсан. $F_{statistic}$ нь 5.83, магадлал нь 0.0059 гарч байгаа тул $H_0: x_1 = 0, x_2 = 0$ гэсэн тэг таамаглал няцаагдахгүй байна. Өөрөөр хэлбэл загвар оновчтой байна гэж үзэж болно.

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

2000 онд Оросын эрдэмтэн А.Loskutov et al хийсэн нарны идэвхижилтийг гармоник функцээр тооцоход хамаарлын хүч нь $r = 0.33$ байна [11]. Америкийн үндэсний сансар судлалын төв (NASA) – ийн судлаач Dr.David

Nathaway 2016 онд вольфын тоог гармоник функцээр тооцоолон 2017 - 2019 онуудад нарны идэвхижилт буурч, хур тунадас нэмэгдэх хандлагатай байгааг тогтоожээ [12]. Ж.Оюун (2001) газар тариалангийн төв

бүсийн мэдээллийг гандуу жил (1989, 1992, 1996, 2000), хэвийн жил (1986, 1987, 1991, 1995, 1999), чийглэг жил (1988, 1990, 1993, 1994, 1997, 1998) гэж ангилсан байна. Гандуу жилүүдэд ургац буурах, чийглэг болон хэвийн жилүүдэд ургац нэмэгдэх хандлагатай

ДҮГНЭЛТ

ХАА-н судалгаа, шинжилгээнд тоон мэдээлэлийн үнэн зөв эсэх эргэлзээг арилгахын тулд таамаглалыг байнга тооцож, шалгаж байх хэрэгтэй. Газар тариалангийн төв бүсийн байгаль, цаг уурын мэдээлэлд тулгуурлан Wald test, Variables test, Reset test таамаглалуудыг шалгаж үзэхэд дараах дүгнэлт гарч байна. Үүнд:

1. Буудайн ургацыг нэмэгдүүлдэг гол хүчин зүйл нь хур тунадасны хэмжээ байна. Хур тунадас нь бүх таамаглалд хүлээн зөвшөөрөгдсөн.

байна [8]. Б.Пүрэв (2002) “Үйлдвэрлэлийн үр ашгийг параметрт ба параметрт бус шинжилгээ” сэдэвт бүтээлдээ буудайн үйлдвэрлэл хүний хүчин зүйл 67% хамаардаг болохыг тогтоосон [3].

2. Ургацанд агаарын дундаж температурыг сонгохоос илүү бусад үзүүлэлтийг (салхины хурд, газрын гадарга гэх мэт) сонгох шаардлагатай. 3. ХАА-н мэдээлэлд хамаарлын шинжилгээ хийхдээ гармоник функцийг ашиглахаас гадна шугаман загвар тохирдог байна.

4. ХАА-н мэдээлэлд тооцоолол хийхэд орхигдуулсан хувьсагчид нөхцөл хангаагүйг учир дараагийн шинжилгээнд (компонент шинжилгээ, олон хэмжээст шинжилгээ) орох боломжгүй гэдгийг зайлшгүй тусгаж өгөх хэрэгтэй.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- [1] Г.Золзаяа, "Буудайн ургацыг програмчлах боломж, арга зам", диссертаци, 2016.
- [2] Б.Энх-Амгалан, "Эконометрикийн шинжилгээнд EViews ашиглах нь", 2016.
- [3] Б.Пүрэв, "Үйлдвэрлэлийн үр ашгийг параметрт ба параметрт бус шинжилгээ", диссертаци, 2002.
- [4] Б.Өсөхбаяр, "ХАА-н мэдээлэл боловсруулалт", 2014.
- [5] Д.Аззаяа, "Монгол орны газар тариалангийн төв бүсэд ургамал ургах нөхцөлийн агро цаг уурын үнэлгээ", диссертаци, 1997.
- [6] Ж.Намбар, "Хөрс хавж элдэншүүлэх технологийн нөхцөлд зусах буудай ургуулах агротехникийг судалсан дүн", 2002: диссертаци.
- [7] Ж.Оюун, "Монгол орны тариалангийн төв бүсийн агро уур амьсгалын өөрчлөлт, тариалангийн үйлдвэрлэлд түүний үзүүлэх нөлөө", диссертаци, 2001.
- [8] Л.Нямбат, "Монгол улсын хөдөө аж ахуйн газрын чанарын ба эдийн засаг-экологийн үнэлгээ", 2010.
- [9] Л.Нямбат, "Хөдөө аж ахуйн газар ашиглалтын математик загварчлал", 2013.
- [10] Л.Нямбат, "Эдийн засгийн хэмжилзүй", 2014.
- [11] Ш.Энэбиш, "Монгол орны дорнод талын тариалангийн хөрсний бүтээгдэхүүнт чийгийн нөөц, зусах буудайн ургацыг урьдчилан тооцох боломж", диссертаци, 1994.
- [12] <http://www.astrosurf.com>.

Hypothesis testing of agricultural data

Zolzaya G.¹, Usukhbayar B.^{2*}

¹-School of Economics and Business, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar,
Mongolia

²-School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar,
Mongolia

*Corresponding author: usukhbayar@mul.s.edu.mn

ABSTRACT

The sustainable development strategy of the crop to implement environmental sustainability to be economically efficient, directed to improve soil productivity of the field and to increase the amount of harvest and to fully supply needs of food production by using research analysis.

There are many types of methods for hypothesis testing in mathematical and statistical analyses. From these methods, T-stat and F-stat are widely used. However, they are insufficient to express the final results, therefore we suggest to use Wald test, Variables test and Reset test. In addition to the quality of soil, wheat harvest also affects many factors, including climate, landscape, technology, and ecology. May-August precipitation (mm) and average air temperature ($^{\circ}\text{C}$), the number of sunspot activation and the amount of crop in the Central region 1970-2015 are selected and converted to standardized average values, and done correlation coefficients analysis and multiple-factor regression analysis, hypotheses and tests.

The assumptions should be regularly reviewed and verified to eliminate uncertainties in the reliability of quantitative data in agricultural research and analysis. The following conclusions have been made to examine Wald test, Variables test, and Reset test hypotheses based on the Central and Regional Weather data. The main factors that increase wheat harvest are the amount of precipitation. The precipitation is recognized for all assumptions. Other indicators (wind speed, landscape etc.) need to be selected rather than average air temperature in harvest.

KEY WORDS: Factor analysis, model hypothesis test, variables test