



2012

Þjóðarspejillinn

Áhrif erfðaeiginleika og veðurfars á skilvirkni í mjólkurframleiðslu

Sveinn Agnarsson
Daði Már Kristófersson

Hagfræðideild
Ritstjóri
Daði Már Kristófersson

Rannsóknir í félagsvísindum XIII. Erindi flutt á ráðstefnu í október 2012

Reykjavík: Félagsvísindastofnun Háskóla Íslands



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Áhrif erfðaeiginleika og veðurfars á skilvirkni í mjólkurframleiðslu

Sveinn Agnarsson
Daði Már Kristófersson

Augljóst er að erfðaeiginleikar lífvera sem notaðar eru í landbúnaði eru ráðandi um skilvirkni framleiðslunnar og þar með afkomu bænda. Kynbætur hafa verið stundaðar í landbúnaði frá upphafi vega með það að markmiði að hafa áhrif á þessa eiginleika til lengri tíma. Kynbætur eru þ.a.l. mikilvæg uppspretta framleiðniþróunar í landbúnaði. (Kerr, 1984; Babcock og Foster, 1991). Erfðaframarir með kynbótum eru hinsvegar hægfara og margir mundu halda því fram að áhrif þeirra til skemmri tíma séu óveruleg. Þetta er þó veruleg einföldun. Í fyrsta lagi eru aðstæður mismunandi milli bóa og tímabila og ekki er víst að sömu eiginleikar séu jafn mikils virði allstaðar og við öll skilyrði. Umtalsverður erfðafræðilegur munur getur því verið milli bóa með tilheyrandi mun á afkomu. Í öðru lagi sýna rannsóknir á upptöku bænda á nýjum tæknilausnum að hún tekur tíma og getur verið mjög breytileg milli bóa (e.g., Feder, Just og Zilberman, 1985). Þessi munur getur skýrt að hluta muninn í framleiðni og skilvirkni ólíkra bóa.

Hagfræðingar hafa lengi haft áhuga á áhrifum kynbóta á afkomu og framleiðni (e.g., Babcock og Foster, 1991; Byrlee, 1993; Godden og Brennan, 1994; Nalley, Barkley og Featherstone, 2010). Rannsóknir á framleiðni hafa líka oft beinst að hlutum eins og vaxtar- og framleiðslugetu plantna og dýra (Godden og Brennan, 1994; Marasas, Smale og Singh, 2003). Daði Már Kristófersson og Jón Viðar Jónmundsson (2006) fundu sterkt marktækt sambandi kynbóta og hagnaðar hjá íslenskum kúabúum. Þetta var síðar staðfest með hliðstæðri rannsókn Kristínar Rósar Jóhannesdóttur (2008) á áhrifum kynbóta á kostnað. Í nýlegri grein þeirra Daniel Muluwork Atsbeha, Daða Más Kristóferssonar og Kyrre Rickertsen (2012) er framleiðniþróun íslenskra kúabúa sundurliðuð í þátt tækniframfara og kynbóta með Malmquist vísitölu á grundvelli metins fjarlægðarfalls.

Vel er þekkt það sterka sambandi sem er milli erfða og umhverfis. Þannig ræðst hagkvæmni ólíkra erfðasamsetninga að nokkru leyti af því umhverfi sem lífverunni eru búin. Á þessu hefur ekki verið sérstaklega tekið í rannsóknum á skilvirkni í landbúnaði. Markmið þessarar greinar er að meta sambandi erfða, umhverfis og afkomu fyrir íslensk kúabú á árunum 1997-2007. Með þessu er bætt nokkuð við þær niðurstöður sem þegar liggja fyrir á þessu sviði og nefndar hafa verið hér að framan.

Fræðilegt líkan

Margar ólíkar leiðir eru til að meta áhrif ytri aðstæðna á afkomu fyrirtækja. Fer það nokkuð eftir aðstæðum hvaða aðferðum er best að beita. Beinast liggur við að meta framleiðsluáhrifin (*production possibilities frontier*) beint, ef fyrir liggja gögn um magn aðfanga og afurða og auðveldlega má gera ráð fyrir aðskiljanleika afurða frá aðföngum (sjá Cuesta 2000; Battese og Coelli, 1992; Battese og Coelli, 1995; Hallam og Machado, 1996; Kumbhakar, Ghosh og McGuckin, 1991). Sé það erfitt getur verið skynsamlegt að beyta fjarlægðarföllum (*distance functions*) (sjá t.d., Atsbeha o.fl., 2012; Brümmer, Glauben og Thijssen, 2002; Karagiannis, Midmore, og Tzouvelekas 2004). Séu verð aðfanga og afurða þekkt má beyta hagnaðarföllum (*profit function*; e.g., Daði Már

Kristófersson og Jón Viðar Jónmundsson, 2006; Quiroga og Bravo-Ureta, 1992), eða kostnaðarföllum (*cost functions*, e.g., Kristín Rós Jóhannesdóttir, 2008; Mosheim og Lovell, 2009; Stefania Nindel og Sveinn Agnarsson, 2002). Hér farin sú leið að styðjast við aðferð Battese og Coelli (1995) og meta tæknina beint með framleiðsluáðri.

Fyrir vektor n aðfanga $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ og afurð y , má skilgreina tækni sem framleiðslumöguleikamengi þannig að

$$(1) \quad Y = \{(y, -\mathbf{x}) \in \mathbb{R}^{n+1} : y \leq f(\mathbf{x}|g, w), y \geq 0, \mathbf{x} \geq 0\}$$

þar sem $f(\mathbf{x}|g, w)$ táknar framleiðslufall, g táknar erfðasamsetningu bústofns og w táknar ytri skilyrði, s.s. veður. Gert er ráð fyrir að tæknin fullnægi almennum kröfum, sjá t.d. Färe og Primont (1990). Táknnum skilvirkni fyrirtækis i á tíma t sem hlutfallslega fjárlægð framleiðslu þess frá fullkomlega skilvirkri framleiðslu:

$$(2) \quad TE_{it} = \frac{y_{it}}{f(\mathbf{x}_{it}|g_{it}, w_{it})}$$

þar sem TE_i er óskilvirkni. Ljóst er að ef framleiðsla er fullkomlega skilvirk gildir

$$y_{it} = f(\mathbf{x}_{it}|g_{it}, w_{it}) \text{ og } TE_{it} = 1.$$

Metið líkan

Hér er fylgt aðferð Battese og Coelli (1995) til að meta skilvirkni í stikuðu líkani. Við skilgreinum framleiðslufall sem Cobb Douglas fall. Líkanið hefur formið:

$$(3) \quad \ln f(\mathbf{x}_{it}|g_{it}, w_{it}) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln x_{jit} + v_{it} - u_{it}$$

þar sem v_{it} er tilviljanakennd frávik, $v_{it} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_v^2)$. Síðasta lið jöfnu (3), u_{it} , er ætlað að fanga áhrif óskilvirkni á framleiðsluna. Gert er ráð fyrir að u_{it} innihaldi bæði slembin og kerfisbundin hluta. Kerfisbundni hlutinn er álitinn línulegt fall af áháðum breytum en slembni hlutinn inniheldur einhliða jákvæð frávik. Óskilvirkni liðin, u_{it} , í jöfnu (3) má skilgreina sem

$$(4) \quad u_{it} = \mathbf{z}_{it}\delta + w_{it}$$

þar sem \mathbf{z}_{it} er vigur þeirra breytta sem hafa áhrif á skilvirkni, δ er vigur stika og $w_{it} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_w^2)$ er einhliða jákvætt frávik normaldreift frávik frá 0 sem fangar upp óútskýrða skilvirkni einstakra búa. Dreifing u_{it} er þá einhliða normaldreift með væntingu $-\mathbf{z}_{it}\delta$, þ.e. $u_{it} \geq \mathbf{z}_{it}\delta$.

Í líkaninu er gert ráð fyrir að óskilvirkni ráðist af aðstæðum framleiðslunnar, nánar tiltekið skala framleiðslunnar, erfðasamsetningu búsmala og veðurfari, en einnig af tilviljanakenndum óútskýrðum aðstæðum.

Gert er ráð fyrir að skekkjuleifarnar tvær séu óháðar innbyrðis og óháðar öðrum gögnum líkansins. Tæknilega skilvirkni bús i á tíma t má nú skilgreina sem

$$(5) \quad TE_{it} = e^{-u_{it}} = e^{-(\mathbf{z}_{it}\delta + w_{it})}$$

Gögn

Rekstrargögnin voru fengin hjá Hagbjónustu landbúnaðarins og samanstanda af langsníðsgögnum (*panel data*) fyrirtímabilið 1997 – 2006. Alls eru gögn um 324 kúabúa í gagnasafninu sem samanstendur af 1,250 mælingum. Hvert bú er að meðaltali með 3.9 ár. Notast er við gögn um magn mjólkur og aðfangamagn fyrir gróffóður, kjarnfóður, árskýr, og vinnumagn. Skilvirkni er háð fjölda kúa, kynbótagildi og daggráða ársins á hverju býli. Gögn um kynbótagildi voru fengin frá Bændasamtökum Íslands og gögn um hitafar frá Veðurstofu Íslands.

Tafla 1. Samantekt á gögnum

	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark
Mjólk, lítrar	140.419,5	65.462,6	29.249,0	520.137,0
Vinnuafli, mannmánuðir	24,4	8,4	4,0	74,0
Kýr	43,4	18,0	7,0	168,0
Gróffóður, FEm	168.828,4	74.156,9	20.000,0	582.500,0
Fóðurkostnaður, þús. ISK	1.557,8	869,4	52,3	7.216,5
Hitafar, daggráður	1.137,4	95,6	852,5	1.331,4
Kynbótagildi, vísitala	99,6	2,5	94,7	109,6

Niðurstöður

Niðurstöður stuðlamatsins fyrir líkingu (3) koma fram í töflu 1. Allir stuðlar framleiðsluáðarsins eru jákvæðir, eins og búast mátti við. Summa þeirra er 1,0085, sem bendir eindregið til þess að kúabú sýni fasta skalahagkvæmni (*constant returns to scale*). Stuðlamatið fyrir líkingu (4) er einnig að finna í töflu 2. Eins og sjá má á niðurstöðum LR prófs er tilgátunni um að engin óskilvirkni sé til staðar hafnað. Niðurstöðurnar í töflu 2 sýna marktæk neikvæð áhrif kynbóta á óskilvirkni, í samræmi við það sem búast mátti við. Umfang rekstrar hefur ekki marktæk áhrif á óskilvirkni. Á hinn bóginn er stuðullinn fyrir daggráður marktækt neikvæður, í samræmi við væntingar.

Tafla 2. Mat á stuðlum framleiðsluáðars í líkingu (3) og (4)

Stiki	Breyta	Stuðlamat	Staðalfrávik	t-gildi
<i>Framleiðsluáðar</i>				
β_0	Fasti	2,7258	0,1801	*** 15,1371
β_1	Vinnuafli	0,1270	0,0163	*** 7,8070
β_2	Kýr	0,4913	0,0826	*** 5,9511
β_3	Gróffóður	0,1432	0,0167	*** 8,5871
β_4	Kjarnfóður	0,2471	0,0123	*** 20,1575
<i>Skilvirknilíkan</i>				
δ_0	Fasti	0,2318	0,1898	1,2212
δ_1	Kynbótagildi	-0,0140	0,0022	*** -6,2413
δ_2	Kýr	-0,0884	0,1016	-0,8696
δ_3	Daggráður	-0,0001	0,0000	*** -2,6960
<i>Dreifnistuðull</i>				
σ^2		0,0070	0,0005	*** 13,5762
γ		0,3426	0,1941	* 1,7650
LR-próf: $\delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \gamma = 0$			138,9962	***

p-gildi: '***' 0.01, '**' 0.05, '*' 0.10

Umreikna má niðurstöðurnar skilvirknilíkansins sem teygni framleiðslu við meðaltal. Teygni m.t.t. kynbótagildis er 1,39 við meðaltal og teygni daggráða 0,093. Þannig má sjá að áhrif kynbóta eru hlutfallslega mun meiri en veðurfars. Á hinn bóginn er rétt að benda á að breytileiki hitafars til skemmri tíma er mun meiri en dreifnihlutfall kynbótagildis, sbr. töflu 1, er einungis 2,5% meðan það er 8,4% fyrir hitafar. Yfirlit yfir skilvirkni, eins og hún er metin samkvæmt líkingu (5) er að finna í töflu 3.

Tafla 3. Yfirlit yfir skilvirkni eftir árum, sbr. líkingu (5)

Ár	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Bil
1997	0,8691	0,0236	0,8159	0,9417	0,1258
1998	0,8718	0,0301	0,7635	0,9404	0,1770
1999	0,8881	0,0319	0,7854	0,9605	0,1750
2000	0,8972	0,0313	0,7761	0,9604	0,1843
2001	0,9053	0,0289	0,7933	0,9551	0,1617
2002	0,9177	0,0237	0,8384	0,9731	0,1347
2003	0,9227	0,0261	0,8423	0,9765	0,1342
2004	0,9313	0,0269	0,8388	0,9774	0,1386
2005	0,9341	0,0258	0,8572	0,9813	0,1241
2006	0,9431	0,0246	0,8515	0,9804	0,1289

Meðaltals skilvirkni kúabúanna er 0,91 á tímabilinu. Eins og sjá má hefur skilvirkni farið vaxandi eftir því sem líður á tímabilið. Þetta er í ágætu samræmi við fyrri rannsóknir á skilvirkni íslenskra kúabúa, s.s. niðurstöður Daða Más Kristóferssonar (1998) og Stefaníu Nindel og Sveins Agnarssonar (2002) en nokkuð hærra en niðurstöður Daniel Muluwork Atsbeha og féлага (2012). Einnig eru þessar niðurstöður í samræmi við erlendar niðurstöður, s.s. Sipiläinen (2007) sem sýndi fram á að hlutfallsleg skilvirkni finnskra kúabúa hefði á tímabilinu 1990 - 2000 að jafnaði verið 91.3%.

Samantekt

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna áhrif erfða og veðurfars á skilvirkni kúabúa. Niðurstöðurnar benda til þess að bæði kynbætur og hitafar hafi sterk jákvæð áhrif á skilvirkni kúabúa. Teygni kynbótagildis er mun hærri en fyrir hitafar. Á hinn bóginn eru áhrif stærðar búna á skilvirkni ekki marktæk.

Að auki benda niðurstöður þessarar rannsóknar til þess að skalahagkvæmni sé ekki til staðar í kúabúskap Jafnframt sýna niðurstöðurnar að skilvirkni hefur farið vaxandi þann áratug sem gögnin ná yfir og er sá vöxtur um 0,8% á ári.

Heimildir

- Atsbeha, D. M., Kristófersson, D. M. og Rickertsen, K. (2012). Animal breeding and productivity growth of dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 94, 996-1012.
- Babcock, B. A. og W. E. Foster. (1991). Measuring the potential contribution of plant breeding to crop yields: Flue-cured tobacco, 1954–87. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(3), 850–9.
- Battese, G. E. og Coelli, T. J.. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3(1–2), 153–69.
- Battese, G. E. og T. J. Coelli. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325–332.
- Brümmer, B., T. Glauben og Thijssen, G. (2002). Decomposition of productivity growth using distance functions: The case of dairy farms in three European countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(3), 628–44.
- Byerlee, D. (1993). Technical change and returns to wheat breeding research in Pakistan's Punjab in the post-green revolution period. *The Pakistan Development Review*, 32(1), 69–86.
- Cuesta, R. A. (2000). A production model with firm-specific temporal variation in technical inefficiency: With application to Spanish dairy farms. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 139-158.
- Daði Már Kristófersson. (1998). Greining á framleiðni kúabúa [Productivity analysis of Icelandic dairy farms]. *Rit búvísindadeildar*, 23,
- Daði Már Kristófersson og Jón Viðar Jónmundsson. (2006). Hagfræðilegt vægi eiginleika í ræktunarstarfi nautgripa [Economic value of traits in breeding]. *Fræðafing landbúnaðarins 2006*, 123-132.
- Färe, R. og Primont, D. (1990). A distance function approach to multioutput technologies. *Southern Economic Journal*, 56(4), 879–91.
- Feder, G., R. E. Just og Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255–298.
- Godden, D. og Brennan, J. (1994). Technological change embodied in Southern NSW and British wheat varieties. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 62(2), 247–60.
- Hallam, D. og Machado, F. (1996). Efficiency analysis with panel data: A study of Portuguese dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*, 23, 79-93.
- Karagiannis, G., Midmore, P. og Tzouvelekas, V. (2004). Parametric decomposition of output growth using a stochastic input distance function. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(4), 1044–57.
- Kerr, W. A. (1984). Selective breeding, heritable characteristics and genetic-based technological change in the Canadian beef cattle industry. *Western Journal of Agricultural Economics*, 9(1), 14–28.
- Kristín Rós Jóhannesdóttir. (2008). Áhrif kynbóta á afkomu íslenskra kúabúa. Óbirt B.Sc. ritgerð: Háskóli Íslands, Hagfræðideild. Sótt af http://skemman.is/stream/get/1946/3427/10635/1/Kristin_Ros_Johannesdottir_fixed.pdf
- Kumbhakar, S. C., Ghosh, S. og McGuckin, J. T. (1991). A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in United-States dairy farms. *Journal of Business & Economic Statistics*, 9, 279-286.
- Marasas, C. N., Smale, M. og Singh, R. P. (2003). The economic impact of productivity maintenance research: Breeding for leaf rust resistance in modern wheat. *Agricultural Economics*, 29(3), 253–263.

- Mosheim, R. og Lovell, C. A. K. (2009). Scale economies and inefficiency of U.S. dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 91(3), 777–94.
- Nalley, L. L., Barkley, A. P. og Featherstone, A. M. (2010). The genetic and economic impact of the CIMMYT wheat breeding program on local producers in the Yaqui Valley, Sonora Mexico. *Agricultural Economics*, 41(5), 453–62.
- Quiroga, R. E. og Bravo-Ureta, B. E. (1992). Short- and long-run adjustments in dairy production: A profit function analysis. *Applied Economics*, 24(6), 607–16.
- Sipiläinen, T. (2007). Sources of productivity growth on Finnish dairy farms—application of an input distance function. *Food Economics*, 4(2), 65–76.
- Stefanía Nindal og Sveinn Agnarsson. (2002). Athugun á framleiðni og skilvirkni á íslenskum kúabúum 1993-1999. *Bávísindi*, 15, 11–25.