

# Det fleråriga spannmålet Kernza™ som ett element i växtföljden: En pilotstudie om metoder för att bryta beståndet och dess förfruktseffekter på rödbeta

LINDA-MARIA DIMITROVA MÅRTENSSON, ANA BARREIRO OCH JENNY OLOFSSON  
INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, SLU

## Introduktion

Fleråriga spannmål, baljväxter och oljeväxter representerar ett paradigmskifte inom jordbruket och har potential att bidra till ökad hållbarhet i produktionssystemen<sup>1</sup>. En flerårig spannmålsgröda, såsom perenn vetegräs (Kernza™; *Thinopyrum intermedium*; bild 1) har många miljömässiga fördelar jämfört med ettårig spannmål<sup>2,3,4</sup>. I ekologiska växtföljder använder vi fleråriga vallgrödor för att bryta livscykeln för ogräs<sup>5</sup> och för att bygga upp markens bördighet och kvalitet<sup>6</sup>. Här kan Kernza™ utgöra ett alternativ med sin tilläggstjänst för att producera en kärnskörd för humankonsumtion.

Icke-kemiska metoder för att bryta en flerårig örtartad gröda är önskvärdt i ekologisk där vallar ofta plöjs. Plöjning kan ha positiva effekter på markstrukturen men negativa effekter på markens innehåll av organiskt material<sup>7</sup>, aktiv markmikrobiell biomassa<sup>8</sup>, dagmaskförekomst<sup>9</sup> och därmed jordens bördighet och kvalitet<sup>10</sup>. Vidare bygger ogräshanteringen i ekologisk produktion främst på mekanisk markstörning, så som falsk såbädd innan huvudgrödan etableras<sup>11</sup> eller radhackning i de redan etablerade grödorna<sup>12</sup>.

Forskning på odlingsåtgärder i ett odlingsystemsperspektiv är viktigt för att vi ska kunna dra nytta av de många funktioner som fleråriga spannmålsgrödor, som Kernza™, erbjuder. Forskning om växtföljdseffekter av IWG är fortfarande begränsad. Detta faktablad presenterar resultaten från ett försök där ett femårigt bestånd av Kernza™ avbrutits och använts för odling av rödbeta (*Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris*, bild 2). I det ena försöket tittade vi på tre olika strategier för att bryta beståndet med Kernza™ och följde därefter förfruktseffekter av Kernza™ på rödbeta.



Bild 1. Kernza™ på SITES forskningsstation Lönnstorp i augusti 2015.  
Foto taget av Linda-Maria Dimitrova Mårtensson.

I våra studier har vi testat följande hypoteser:

När vi avslutar ett bestånd Kernza™ så antar vi att oönskad återväxt av Kernza™ är lägre efter djupare än efter mera grund jordbearbetning.

När vi avslutar ett bestånd Kernza™ så antar vi att skörden av den efterföljande rotfrukten, rödbetan, samt ogrästillväxten, lägst efter djupare än efter mera grund jordbearbetning.

När vi avslutar ett bestånd Kernza™ så antar vi att markens egenskaper är bättre bevarade efter ytligare än efter djupare jordbearbetning.

## Material och metoder

Försöksplatsen är belägen på SITES forskningsstation Lönnstorp, SLU, i Alnarp (55,65°N, 13,06°E) och har en relativt bördig jord (tabell 1). Årsmedeltemperaturen

är 9°C och årsmedelnederbörden 500 mm på platsen. Frön av Kernza™ tillhör cykel 3 i förädlingsprogrammet för fleråriga spannmål på The Land Institute of Salinas, Kansas, USA<sup>13</sup>. Odlingen etablerades 2015 och har gödslats årligen med mineralgödsel (YaraMila 27-3-3) motsvarande 40 kg NPK ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (motsvarande 11 kg N, 0,52 kg P och 1,0 kg K ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>) och har skördats årligen i augusti eller september.

Tabell 1. Markegenskaper på försöksplatsen.

pH <sub>H<sub>2</sub>O, 0-30 cm</sub>	7,3
Mullhalt	0,9 %
P <sub>al-lac</sub>	51 mg kg <sup>-1</sup>
P <sub>tot</sub>	0,36 g kg <sup>-1</sup>
K <sub>al-lac</sub>	65 mg kg <sup>-1</sup>
K <sub>tot</sub>	1,4 g kg <sup>-1</sup>

Kernza™ skördades för sista gången den 16 september 2019 och skars ner till cirka 10 cm 1 oktober 2019 (tabell 2). Försöket följde en randomiserad blockdesign med tre behandlingar och fyra block. Alla provrutor var 3 m breda och 12 m långa. De tre bearbetningsmetoderna som tillämpades var konventionell höstplöjning (Kverneland ES KKE8-85-200) till 25 cm jorddjup (HP), tallriksharvning höst (HK) och vår (VK) till 7 cm jorddjup (Väderstad Carrier NZA 600). I de tre behandlingarna gjordes ogräshantering med hjälp av falsk såbädd genom harvning till 10 cm jorddjup (Väderstad Cultus 350). Rödbetor såddes 3 juni och ogräsbekämpningen i rödbetorna skedde genom att radhacka två gånger i juli. Inga gödnings- eller bekämpningsmedel användes. Ingen ytterligare ogrärensning gjordes, trots de ogynnsamma förhållanden detta skapade för rödbetorna, för att möjliggöra datainsamling av potentiell återväxt av Kernza™ efter de olika bearbetningsmetoderna.

Antalet plantor av Kernza™ räknades, ogräsförekomsten noterades, rödbetor handskördades och ovanjordisk ogräsbiomassa samlades in i två 0,25 m<sup>2</sup> provtagningsrutor enligt tabell 2. Antalet och den totala fårskvikten av rödbetor bestämdes, där medelvikten per rödbeta användes som kvalitetsindikator för industribeta. Markens bulkdensitet på 0-10, 10-20 och 30-40 cm jorddjup bestämdes före och efter experimentet (tabell 1). Djupet på 20-30 cm uteslöts eftersom det representerar plogpannans djup.

### Resultat

I juni 2020 var antalet plantor av Kernza™ högst efter det vårkultiverade ledet (VK) och lägst i det höstplöjda ledet (HP), med det höstkultiverade där emellan (figur 1). Men senare under växtsäsongen, i september 2020, var antalet plantor av Kernza™ lågt, det vill säga i genomsnitt två plantor m<sup>-2</sup> per behandling, utan någon statistisk säkerställd skillnad mellan behandlingarna.

Rödbetsproduktionen var högst efter det höstplöjda ledet (HP) och lägst i vårkultiverade ledet (VK), med det höstkultiverade (HK) där emellan, men utan att skilja sig statistiskt från de två andra strategierna (figur 2). Den genomsnittliga storleken på rödbetorna skiljde sig inte mellan avslutningsstrategier.

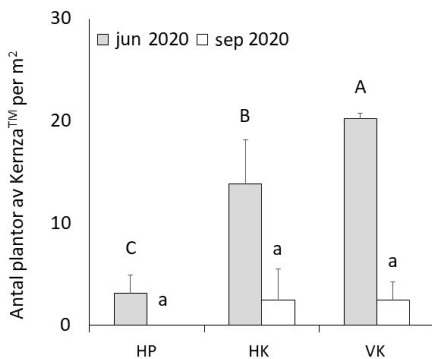
Vid rödbetskörden var ogräsbiomassan hög vid alla behandlingar, men skiljde sig inte åt mellan bearbetningsmetoderna (tabell 3). De förekommande ogräsarterna i försöket var ettåriga *Capsella bursa-pastoris* (ibland tvååriga), *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Papaver* sp., *Persicaria lapathifolia*, *Polygonum aviculare*, *Senecio vulgaris*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Tripleurospermum perforatum*, *Viola arvensis*; perennerna *Cirsium arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Veronica chamaedrys*; och en oidentifierad gräsart.

### Diskussion

Mekanisk bearbetning är en vanlig praxis för att avsluta fleråriga örtartade grödor i ett

Tabell 2. Översikt över datum för odlingsåtgärder och provtagning i de olika behandlingarna. Där <sup>A</sup> indikerar på räkning av växtförekomst och <sup>B</sup> indikerar på insamling av ovanjordisk biomassa.

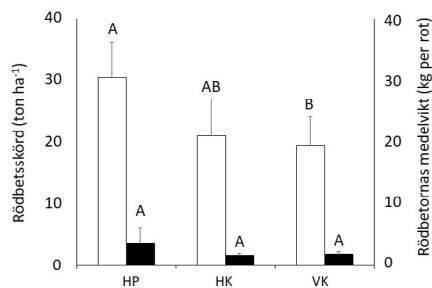
År	Mån	Dag	Gröda	Åtgärd	Behandling	Provtagning	
2019	Aug	14-15	Kernza™			Bulkdensitet	
	Sep	16		Skörd	Alla		
	Okt	1		Putsning	Alla		
		2		Kultivering (7 cm)	Höstkultivering (HK)		
		11		Plöjning (25 cm)	Höstplöjning (HP)		
2020	Apr	23		Kultivering (7 cm)	Vårkultivering (VK)		
		27		Mekanisk ogräsbearbetning: falsk såbädd (10 cm)	Alla		
	Maj	18		Mekanisk ogräsbearbetning: falsk såbädd (10 cm)	Alla		
				Mekanisk ogräsbearbetning: falsk såbädd (10 cm)	Alla		
	Jun	2		Mekanisk ogräsbearbetning: falsk såbädd (10 cm)	Alla		
			3	Rödbeta	Sådd	Alla	
			26				Kernza <sup>A</sup>
	Jul	10		Mekanisk ogräsbearbetning: radhackning	Alla		
			23		Mekanisk ogräsbearbetning: radhackning	Alla	
	Sep	21		Skörd	Alla		Kernza <sup>A</sup> , ogräs <sup>A, B</sup>
Sep	28-30					Bulkdensitet	



Figur 1. Antal Kernza™ planter per kvadratmeter i juni och september 2020. Data presenteras som medelvärden ( $N = 4$ ) med staplar som visar standardfel. Olika bokstäver visar statistiskt säkerställd skillnad i antal Kernza-planter i juni (VERSALER) och september (gemener) 2020 mellan de olika bearbetningsmetoderna (HP, höstplöjning; HK, höstkultivering; VK, vårkultivering).



Bild 2. Rödbetor odlade efter Kernza™. Foto taget av Linda-Maria Dimitrova Mårtensson i september 2020.



Figur 2. Skörd i ton per hektar av rödbetor och rödbetornas vikt i kg per rot. Data presenteras som medelvärden ( $N = 4$ ) med staplar som visar standardfel. Olika bokstäver visar statistiskt säkerställd skillnad i skörd (VERSALER) och medelvikt (gemener) mellan de olika bearbetningsmetoderna (HP, höstplöjning; HK, höstkultivering; VK, vårkultivering).

Tabell 3. Ogräsbiomassa angiven i ton per ha i de olika bearbetningsleden. Data är presenterade som medelvärden med standardfel inom parentes. Statistisk analys påvisar ingen skillnad mellan leden.

	Ogräsbiomassa (ton ha <sup>-1</sup> )
Höstplöjt led	1,7 ( $\pm 1,1$ )
Höstkultiverat led	1,2 ( $\pm 0,44$ )
Vårkultiverat led	1,4 ( $\pm 0,49$ )

odlingssystem som ska uppfylla kraven inom ekologisk produktion där syntetiska kemikalier är förbjudna<sup>14</sup>. I enlighet med vår första hypotes, visar våra resultat att en djupare bearbetningsmetod är mer framgångsrik för att avsluta ett bestånd av Kernza™. Men med upprepade bearbetningar (falsk såbädd) visar våra resultat att de grundare bearbetningsmetoderna är tillräckliga, vilket skulle kunna ge fler fördelar avseende markens bördighet<sup>15,16</sup>. Grundare jordbearbetningsmetoder har visats förbättra markkvalitet och markbördighet<sup>17,18</sup>, vilket erbjuder ett alternativ för att undvika de negativa effekterna av plöjning. De grundare jordbearbetningsmetoderna förutsätter att kvarvarande rhizomer från Kernza™ inte är tillräckligt aggressiva för att regenerera grödan, vilket behöver studeras ytterligare.

I motsats till vår andra hypotes, gynnas den efterföljande rotfrukten, rödbetan, av den plöjda bearbetningen, vilket kan vara ett resultat av en lämplig jordstruktur som tillhandahålls av den djupare och mer intensiva störningen. På jorddjupet 10–20 cm ses en något högre jordbulkdensitet efter de två grundare bearbetningarna, vilket sammanfaller med den något lägre genomsnittliga rotvikten, vilket kan tyda på en viss svårighet för rotfrukten att utvecklas optimalt. Men eftersom inga skillnader i markens bulkdensitet mellan behandlingar var statistiskt bevisade, drar vi slutsatsen att

andra faktorer av jordkvalitet också påverkar rödbetsproduktionen. En av dessa faktorer kan vara en variation i tillgången på näringsämnen längre ner i jorden, vilket skulle kunna påverka avkastningen hos rödbeta<sup>19</sup>. Rödbetor har visat sig ge högre avkastning och utveckla fler och djupare rötter när de odlas under ekologisk precisionsodling med kontrollerad trafik<sup>20</sup>, vilket kan tillskrivas den förbättrade jordkvaliteten i jämförelse med odling med slumpmässig trafik.

Alla behandlingar i detta pilotexperiment resulterade i stor ogräsbiomassa, vilket tydligt visar en potent fröbank på platsen<sup>21</sup>. Ogräsarterna var huvudsakligen ettåriga, vilket indikerar att konkurrensförhållandena ändrades när den fleråriga grödan avslutades och medgav mer ljus och andra resurser åt ettåringarna. När det gäller *C. album*, *P. laphthifolia*, *S. vulgaris*, *S. nigrum* och *T. perforatum* noterades (inspektion i fält) också deras förmåga att utveckla stor biomassa på kort tid<sup>22</sup>. Vi föreslår att grundliga undersökningar av ogräsutvecklingen efter avslutad bestånd Kernza™ görs för att bättre planera för ogräshantering i den efterföljande grödan. I just detta experiment lät vi ogräset blomstra både på grund av att vi kunde få en inblick i ogräsutvecklingen efter att det perenna beståndet avslutats. Den stora ogräsbiomassan liknar således inte en kommersiell produktion där mer adekvata metoder för ogräshantering skulle tillämpas. Avkastningen i detta experiment är ganska låg jämfört med kommersiell rödbetsproduktion under ekologiska förhållanden, som varierar kraftigt (28–53 t ha<sup>-1</sup>) beroende på genotyp<sup>23</sup>. Denna låga avkastning är sannolikt relaterad till bristen på applicering av gödningsmedel och, möjligen, till den ofördelaktiga ogrässituation som försöksuppläget skapade.

### Slutsatser

Både ytlig och djupare jordbearbetning fungerar för att avsluta IWG, särskilt om den följs av upprepade harvning framförallt i de led med ytligare bearbetning. Vi drar också slutsatsen att Kernza™ kan fungera som förfrukt till rödbetor, under förutsättning av detta kan bekräftas under optimala gödningsförutsättningar och adekvat ogräshantering. Vi föreslår ytterligare studier för att bättre förstå dynamiken i växtföljder med Kernza™ för att veta hur man bäst drar nytta av grödan i växelbruk som annars domineras av ettåriga grödor.

## Referenser

1. FAO, 2013. Perennial Crops for Food Security. FAO Expert Workshop.
2. Culman, S.W., Snapp, S.S., Ollenburger, M., Basso, B., Dehaan, L.R., 2013. Soil and water quality rapidly responds to the perennial grain Kernza wheatgrass. *Agronomy, Soils and Environmental Quality* 105, 735–744.
3. Jungers, J.M., DeHaan, L.H., Mulla, D.J., Sheaffer, C.C., Wyse, D.L., 2019. Reduced nitrate leaching in a perennial grain crop compared to maize in the Upper Midwest, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 272, 63–73.
4. Sprunger, C.D., Culman, S.W., Peralta, A.L., DuPont, S.T., Lennon, J.T., Snapp, S.S., 2019. Perennial grain crop roots and nitrogen management shape soil food webs and soil carbon dynamics. *Soil Biology and Biochemistry* 137, 107573.
5. Dominschek, R., Arrobas, A., Barroso, M., Lang, R., De Moraes, A., Sulc, R.M., Schuster, M.Z., 2021. Crop rotations with temporary grassland shifts weed patterns and allows herbicide-free management without crop yield loss. *Journal of Cleaner Production* 306, 127140.
6. Watson, C.A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L.R., Rayns, F.W., 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management* 18, 239–247.
7. Alcántara, V., Don, A., Well, R., Nieder, R., 2016. Deep ploughing increases agricultural soil organic matter stocks. *Global Change Biology* 22, 2939–2956.
8. Alvarez, C.R., Alvarez, R. 2000. Short-term effects of tillage systems on active soil microbial biomass. *Biology and Fertility of Soils* 31, 157–161.
9. Chen, X., Liang, A., Wu, D., McLaughlin, N.B., Jia, S., Zhang, S., Zhang, Y., Huang, D., 2021. Tillage-induced effects on organic carbon in earthworm casts through changes in their physical and structural stability parameters. *Ecological Indicators* 125, 107521.
10. Peigné, J., Lefevre, V., Vian, J.F., Fleury, Ph., Vian, J.F., 2015. Conservation Agriculture in Organic Farming: Experiences, Challenges and Opportunities in Europe. In: Farooq, M., Siddique, K.H.M. (Eds), *Conservation Agriculture*. Springer International Publishing, Switzerland, pp 559–578.
11. Bond, W., Grundy, A.C., 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research* 41, 383–405.
12. Duiker, S.W., Beegle, D.B., 2006. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. *Soil and Tillage Research* 88, 30–41.
13. Zhang, X., Sallam, A., Gao, L., Kantarski, T., Poland, J., DeHaan, L., Wyse, D.L., Anderson, J.A., 2016. Establishment and Optimization of Genomic Selection to Accelerate the Domestication and Improvement of Intermediate Wheatgrass. *Plant Genome* 9.
14. KRAV 2021. Regler för KRAV-certifierad produktion utgåva 2021. KRAV ekonomisk förening, Uppsala, Sweden.
15. Shokati, B., Ahangar, A. G., 2014. Effect of conservation tillage on soil fertility factors: a review. *International Journal of Bio-sciences* 4, 144–156.
16. Young, M.D., Ros, G.H., de Vries, W., 2021. Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 319, 107551.
17. Krauss, M.; Berner, A.; Perrochet, F.; Frei, R.; Niggli, U.; Mäder, P. Enhanced soil quality with reduced tillage and solid manures in organic farming—a synthesis of 15 years. *Sci. Rep.* 2020, 10, 1–12.
18. Meurer, K.H.; Haddaway, N.R.; Bolinder, M.A.; Kätterer, T. Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil—A systematic review using an ESM approach. *Earth-Sci. Rev.* 2017, 177, 613–622, <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2017.12.015>.
19. Schneider, F., Don, A., Hennings, I., Schmittmann, O., Seidel, S.J., 2017. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? *Soil and Tillage Research* 174, 193–204.
20. Hefner, M., Labouriau, R., Nørremark, M., Kristensen, H.L., 2019. Controlled traffic farming increased crop yield, root growth, and nitrogen supply at two organic vegetable farms. *Soil and Tillage research* 191, 17–130.
21. Buhler, D., Hartzler, R., Forcella, F., 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. *Weed Science* 45:329–336.
22. Grime, J.P., 1979. Primary strategies in plants. *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh* 43:151–160.
23. Yasaminshirazi, K., Hartung, J., Groenen, R., Heinze, T., Fleck, M., Zikeli, S., Graeff-Hoenninger, S., 2020. Agronomic performance of different open-pollinated beetroot genotypes grown under organic farming conditions. *Agronomy* 10, 812.

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens område växtodling
- Projektet är finansierat av Partnerskap Alnarp inom ramen för examensarbeten (i detta fall utfört av Jenny Olofsson, Lantmästarprogrammet)
- Projektansvarig/författare: Linda-Maria Dimitrova Mårtensson, Biosystem och teknologi, [linda.maria.martensson@slu.se](mailto:linda.maria.martensson@slu.se)
- Övrig publicering inom projektet: Dimitrova Mårtensson, L.-M., Barreiro, A., Olofsson, J. (2021) The Perennial Grain Crop *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey (Kernza™) as an Element in Crop Rotations: A Pilot Study on Termination Strategies and Pre-Crop Effects on a Subsequent Root Vegetable. *Agriculture* 11:1175. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111175>
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt