



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής & Αγρ. Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμ. Φυσιολογίας Φυτών

Δ/ντής: Καθηγητής Νίκος Γ. Δαναλάτος

Βιώσιμη Παραγωγή Στερεού Βιο-καύσιμου από Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα

Η περίπτωση της Αγριαγκινάρας



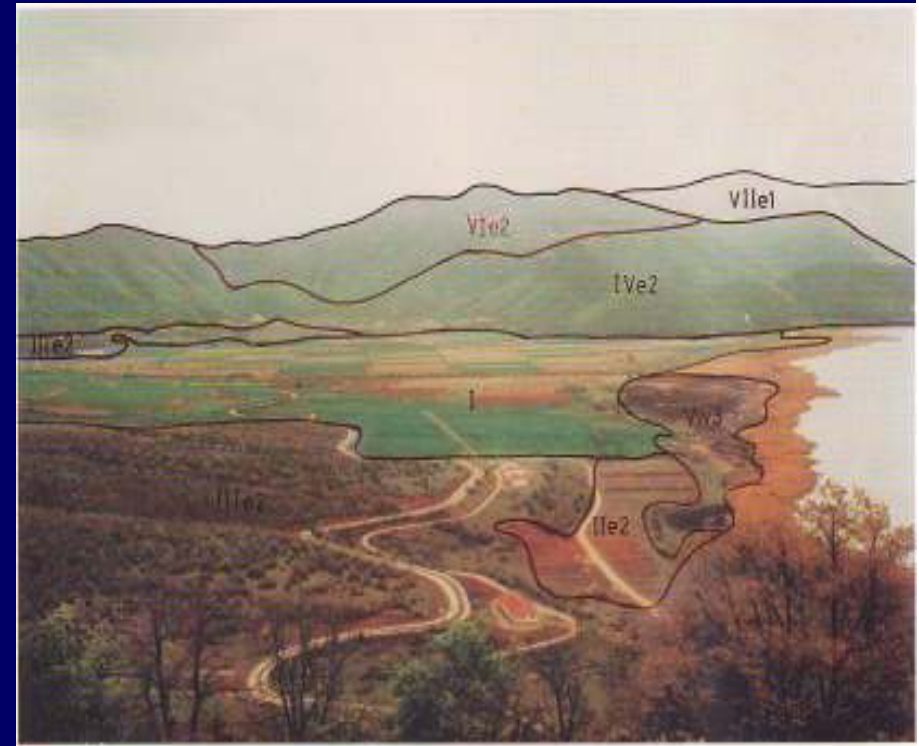
2^ο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων – Βιοκαυσίμων, 26-4-2007

Ερώτημα:

Υπάρχουν βιώσιμες ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα ΣΗΜΕΡΑ;

Απάντηση:

- Ναι. Σε μερικές περιπτώσεις χάσαμε χρόνο γιατί μπορούσαν να είχαν μπει ήδη σε εφαρμογή.
- Ενώ υπάρχουν τα θετικά ερευνητικά αποτελέσματα, καθυστέρησε ο σχεδιασμός αντικατάστασης των παραδοσιακών καλλιεργειών.



Ελληνικό «πετρέλαιο» από Ελληνικά χέρια στην Ελληνική γη με δυνατότητες εξαγωγής



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Η παραγωγή του «βιοκαυσίμου»

10-Νοεμβρίου-2006: Παραγωγή Ελλάδα → Θεσσαλία
26-Μαρτίου - 2007: Χρήση σε Δημόσιο χώρο



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Το βιοκαύσιμο είναι στερεό



Μέρος του φυτού	Ποσοστό	HCV kcal /kg
Βασικά φύλλα (ροζέτας)	21,0	2655
Φύλλα βλαστού	12,1	4096
Μίσχοι και κλάδοι	21,9	4204
Ανθοδόχη	9,5	3605
Βράκτια φύλλα	13,2	4181
Πάπποι	9,1	4353
Σπόροι	13,2	5576
Ολόκληρο φυτό	100,0	4000*



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Οικιακή Χρήση



180-200 Ευρώ / τόνο

Βιομηχανική Χρήση



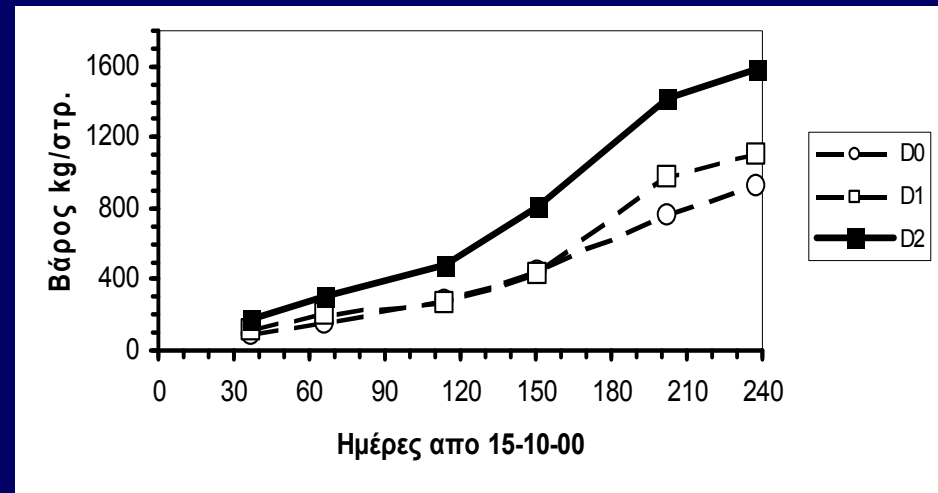
160-180 Ευρώ / τόνο

Στη Θεσσαλία

Παραγωγή Αγριαγκινάρας: 1000–2500 κιλά ξ.ο. / στρ

1/3 τελικής αξίας καυσίμου στον Παραγωγό = 60 € / τόνο

**ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΕΔΕΙΞΑΝ:**



Με 1300-1600 κιλά * 60 € / τόνο = 78-96 € / στρ αντί του σιταριού

Με 2500 κιλά * 60 € / τόνο = 150 € / στρ ^(1-3 αρδεύσεις τον Μάιο) αντί του βαμβακιού



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

1975: Κραχ πετρελαίου

1980–1993: Φαινόμενο θερμοκηπίου κλπ

1993–σήμερα: Προγράμματα ΕΕ για Βιο-Ενέργεια

2000–σήμερα: Από τα Προγράμματα στην πράξη

Προβλήματα εφαρμογής στην Ελλάδα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα [1]

A/A	Έτος	Καλλιέργεια	Τίτλος Έργου
1)	1993–1996	ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ	The use of C4 perennials as basis material for the construction of buildings. AIR1–CT92–0511
2)	1993–1996	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	Improvement of Eucalyptus management. An integrated approach. AIR1–CT92–0511
3)	1993–1995	ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑ ΣΟΡΓΟ	Development of a complete reference system for harvesting, collecting, storing and converting high yields crops for energy efficient and environmentally acceptable production of electricity. JOULE II–CT92–0118
4)	1993–1995	ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑ ΣΟΡΓΟ	Models for economic evaluation of selected biomass cultivations as an alternative land use in th European union. AIR3–CT93–0985



Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα [2]

A/A	Έτος	Καλλιέργεια	Τίτλος Έργου
5)	1998–1999	ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ	Αύξηση και ανάπτυξη Μισχάνθου κάτω από διαφορετικές συνθήκες πληθυσμού και λίπανσης στη Θεσσαλία
6)	1997–1999	ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ	Brassica carinata: The outset of a new crop for biomass and industrial non-food oil. FAIR-CT96–1946
7)	1999–2001	ΣΟΡΓΟ	Περιβαλλοντικές μελέτες για γλυκό και κυτταρινούχο σόργο για την παραγωγή βιομάζας και ενέργειας



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα [3]

A/A	Έτος	Καλλιέργεια	Τίτλος Έργου
8)	2003–2006	ΗΛΙΑΝΘΟΣ	AFTUR: Alternatives fuels industrial gas turbines. MNE-2001-00821
9)	2003–2007	ΚΕΝΑΦ	BIOKENAF: Biomass production chain and growth simulation model for kenaf. QLK5-CT-2002-01729
10)	2006–2009	ΣΟΡΓΟ ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑ ΗΛΙΑΝΘΟΣ	Δημιουργία καινοτόμων εμπειριών αποδεικτικού χαρακτήρα για την τεκμηρίωση της δυνατότητας των καπνοπαραγωγών να στραφούν προς την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών (Μέτρο 10, Καν. (ΕΚ) 2182/02)



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ποια φυτά νοούνται ως ενεργειακές καλλιέργειες?

Είδος

Ελαιοκράμβη

Ευκάλυπτος

Ηλίανθος

Ιτιά

Σιτάρι μαλακό

Σίκαλη

Τριτικάλε

Κριθάρι

Ζαχαρότευτλο

Φάλαρις καλαμοειδής

Λεύκα

Καννάβι

Μίσχανθος

Κενάφ

Αγριαγγινάρα

Ζαχαροφόρο σόργο

Σκλήθρο

Καλάμι

Ηλίανθος κονδυλ/ζος

Χαμαίλινο

Ψευδακακία

Αγγλικό όνομα

Oil seed-rape seed

Eucalypt

Sunflower

Willow

Winter wheat

Winter rye

Iticale

Spring barley

Sugar beet

Reed Canary Grass

Poplar

Hemp

Miscanthus

Kenaf

Cardoon

Sweet sorghum

Alder

Giant reed

Jerusalem artichoke

False flax

Black locust

Λατινικό όνομα

Brassica sp.

Eucalyptus sp.

Helianthus annuus

Salix sp.

Triticum aestivum

Secale cereale

Triticale

Hordeum vulgare

Beta vulgaris

Phalaris arundinacea

Populus sp.

Cannabis sativa

Miscanthus sp.

Hibiscus cannabinus

Cynara cardunculus

Sorghum bicolor

Alnus sp.

Arundo donax

Helianthus tuberosus

Camelina sativa

Robinia pseudoacacia



Ποιες καλλιέργειες θα ήταν βιώσιμες στην Ελλάδα?



Στερεό καύσιμο:

- Αγριαγκινάρα
- Μίσχανθος
- Ινώδες σόργο
- Καλάμι
- Ευκάλυπτος

Υγρό καύσιμο:

- Ηλίανθος
- Γλυκό σόργο
- Ελαιοκράμβη

Πριν αρκετά χρόνια

τιμή πετρελαίου = 73 δρχ/κιλό
θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg
τιμή ενέργειας = 1.73 δρχ / MJ

Πυρηνόξυλο: $13 \text{ δρχ/kg} / 21.4 \text{ MJ/kg} = 0,61 \text{ δρχ/MJ}$

Βαμβάκι: $(400*320) / (700*0.75*18.0) = 13.5 \text{ δρχ/MJ}$

Σιτάρι: $(300*45 + 15000) / (600*0.85*16) = 3.5 \text{ δρχ/MJ}$

Συμπέρασμα: Δεν συμφέρει ακόμα η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων αλλά μάλλον η χρήση αποβλήτων υπό τις παρούσες συνθήκες

Εχθες

τιμή πετρελαίου = 200 δρχ/κιλό

Θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg

τιμή ενέργειας = 4.76 δρχ/MJ

Πυρηνόξυλο: $22 \text{ δρχ/kg} / 21.4 \text{ MJ/kg} = 1 \text{ δρχ/MJ}$

Βαμβάκι: $(400 \cdot 320) / (700 \cdot 0.75 \cdot 18.0) = 13.5 \text{ δρχ/MJ}$

Σιτάρι: $(300 \cdot 45 + 17000) / (600 \cdot 0.85 \cdot 16) = 4 \text{ δρχ/MJ}$

Συμπέρασμα: Σε μερικές περιπτώσεις συμφέρει η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων μαζί με τη χρήση αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς

Αύριο

τιμή πετρελαίου = 240 δρχ/κιλό

Θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg

τιμή ενέργειας = 5.71 δρχ/MJ

Πυρηνόξυλο: $22 \text{ δρχ/kg} / 21.4 \text{ MJ/kg} = 1 \text{ δρχ/MJ}$

Βαμβάκι: $(400 \cdot 90 + 18400) / (700 \cdot 0.75 \cdot 18.0) = 5.75 \text{ δρχ/MJ}$

Σιτάρι: $(300 \cdot 45 + 15000) / (600 \cdot 0.85 \cdot 16) = 3.50 \text{ δρχ/MJ}$

Συμπέρασμα: Σε πολλές περιπτώσεις συμφέρει η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων με εναλλακτικές καλλιέργειες

Αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων με εναλλακτικές καλλιέργειες

Ποσοτική εκτίμηση καταλληλότητας
συγκεκριμένης μονάδας Γης για
συγκεκριμένη εναλλακτική χρήση σε
σύγκριση με την παραδοσιακή χρήση

Μονάδα Γης

- Κλίμα
- Έδαφος
- Γεωλογία
- Φυσιογραφία
- Υδρολογία
- Μέγεθος
αγροκτήματος



Μονάδα Χρήσης

- Καλλιέργεια
(παραδοσιακή – εναλλακτική)
- Διαχείριση
 - Αρδευόμενη – ξηρική
 - Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες
- Εξοπλισμός



Ισοζύγιο εισροών εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με σκληρό σιτάρι στην περιοχή Βελεστίνου (Έδαφος Calcixerollic Xerochrept)

Εισροές:

Απόδοση: 0,300 t με 146,7 €/t 44,01

Δικαιώματα: 38 €/στρ 38,00

Σύνολο 82,01

Εκροές:

Υλικά

Λιπάσματα 14,60

Σπόρος 5,13

Φυτοφάρμακα 4,00

Εργασίες

Λίπανση 0,80

Σπορά 3,00

Όργωμα (x2 +δισκοσβάρνα) 12,00

Ζιζανιοκτονία 1,50

Λοιπά 0,80

Συγκομιδή 9,00

Σύνολο εξόδων 50,83

Ακαθάριστο κέρδος

31,27

Ισοζύγιο εισροών εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με αγριαγκινάρα στην περιοχή Βελεστίνου (Έδαφος Calcixerollic Xerochrept)

Εισροές:

Απόδοση: 1,3 t με 70 €/t	91,00
Επιδότηση: 33,5 €/στρ + 4,5 €/στρ	42,50
Δικαιώματα	38,00
Σύνολο	171,5

Εκροές:

Υλικά	
Λιπάσματα	7,70
Σπόρος	0,30
Φυτοφάρμακα	0,80
Εργασίες	
Λίπανση	0,80
Σπορά	0,30
Όργωμα (x2 +δισκοσβάρνα)	1,20
Ζιζανιοκτονία	0,50
Λοιπά	0,80
Συγκομιδή	25,00
Σύνολο εξόδων	37,40

Ακαθάριστο κέρδος

134,1

Παράδειγμα 1. Αντικατάσταση σκληρού σταριού με αγριαγκινάρα

Έδαφος Calcixerollic Xerochrept περιοχής Βελεστίνου

ΣΙΤΑΡΙ

Απόδοση	44 €
Επιδότηση	38 €
Κόστος	51€

Κέρδος	31 €
--------	------

ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ

91 €
81 €
38 €

<u>134 €</u>

Τεράστια περιθώρια
γεωργ. εισοδήματος

Pelletizer: 50-60 €/ t

Τελ. τιμή = 0,12-0,13 € /kg => **0,24-0,26 €** /λιπθ αντί για **0,60 €** / λπθ

Παράδειγμα 1. Αντικατάσταση σκληρού σταριού με αγριαγκινάρα Έδαφος Calcixerollic Xerochrept περιοχής Βελεστίνου

ΒΑΜΒΑΚΙ

Απόδοση	90 € (300*0,3)	150 €
Επιδότηση	140 €	134 €
Κόστος	130 €	45 €
Κέρδος	100 €	<u>239 €</u>

ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ

Τεράστια περιθώρια
γεωργ. εισοδήματος

Pelletizer: 50-60 €/ t

Τελ. τιμή = 0,12-0,13 € /kg => **0,24-0,26 €** /λιπθ αντί για **0,60 €** / λπθ

Αγριοαγκινάρα

(*Cynara cardunculus*)

- Μεσογειακό φυτό (ξηροθερμικές συνθήκες)
- Υψηλό δυναμικό παραγωγής βιομάζας
(1000 - >2500 κιλά ξ.ο. / στρέμμα)
- Μεγάλη θερμική αξία (17-18 MJ/ kg) και καλή καυσιμότητα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

- πολυετές φυτό (διάρκεια ζωής 7 – 10 χρόνια)
- κύκλος: Οκτώβριος - Ιούνιος
- εκμεταλλεύεται τις βροχές χειμώνα και άνοιξης
- άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης: 15-25°C
- αντοχή στο ψύχος: -10°C (ανάπτυξη 4 φύλλων).

Τα υπέργειο μέρος του φυτού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ξηραίνεται (**σ υ γ κ ο μ ι δ ή**), ενώ το υπόγειο τμήμα του εισέρχεται σε λήθαργο. Αυτό συμβαίνει μέχρι τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, οπότε και αρχίζει ένας νέος κύκλος με την έκπτυξη των νέων φύλλων από τις ρίζες – **α ν α β λ ά σ τ η σ η** (εξέλιξη του φυτού μετά τον πρώτο χρόνο της εγκατάστασης).



Μορφολογία του φυτού

Ύψος: έως 3 μέτρα

Φύλλα: μεγάλα, δερματώδη



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ανθοταξία - Ταξικαρπία



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Ριζικό σύστημα

Πολύ βαθύ ριζικό σύστημα

- Αξιοποίηση νερού
- Αξιοποίηση θρεπτικών συστατικών

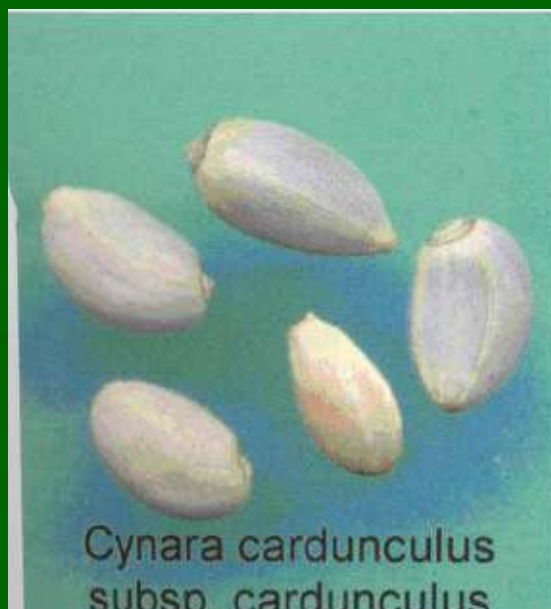




Σπόρος

150-300 κιλά /στρέμμα

37 - 75 κιλά λάδι / στρέμμα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Συγκέντρωση
σπόρου



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Εγκατάσταση

- 1. Προετοιμασία
 - Εργασία από τρίτους (19 € / στρ)
Όργωμα (10 € / στρέμμα)
Σβάρνισμα (2-3 φορές x 3 € / στρέμμα)
 - Χρήση υπάρχοντος εξοπλισμού (7 €/στρ)



Εγκατάσταση

■ 2. Σπορά



Χρόνος σποράς: Φθινόπωρο (Σεπτέμβριος – Οκτώβριος)
Άνοιξη (Απρίλιος)

Αποστάσεις: 75 – 100 cm μεταξύ των γραμμών
35 – 50 cm επί της γραμμής

Ποσότητα σπόρου: 200 g / στρέμμα

Κόστος σπόρου: 15 € / kg δηλ. 3 € / στρέμμα

Χρήση υπάρχοντος εξοπλισμού : Πνευματικός σπορέας ακριβείας



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Καλλιεργητικές φροντίδες

- Δε χρειάζεται ζιζανιοκτονία (Ισχυρό ζιζάνιο - εισβολέας)
- Δε χρειάζεται καταπολέμηση εχθρών - ασθενειών
- Ελάχιστη λίπανση μετά την τρίτη χρονιά (0-6 μονάδες N)
- Δε χρειάζεται άρδευση (1000-1600 kg ξ.ο./στρ)
- Με 2-3 αρδεύσεις τον Απρίλιο – Μάιο → 2000 - >2500 kg / στρ



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Η καλλιέργεια του φυτού μπορεί να αξιοποιήσει όλα τα εδάφη, από ελαφρά έως βαριά ασβεστούχα, ενώ μπορεί να δώσει ανεκτές αποδόσεις ακόμα και σε **άγονα πετρώδη επικλινή εδάφη** με αποτέλεσμα την παροχή προστασίας κατά της **διάβρωσης** των εδαφών αυτών που οφείλεται στις αντίξοες κλιματικές συνθήκες και την αλόγιστη χρήση ιδιαίτερα των επικλινών εδαφών με εντατικές μονοκαλλιέργειες όπως το σιτάρι



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Συγκομιδή

Χρόνος συγκομιδής: τέλος Ιουνίου – Σεπτέμβριος

Σημαντικό: Η υγρασία του φυτού κατά τη συγκομιδή 12-15%



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

1^{ος} τρόπος



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

2^{ος} τρόπος



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

3^{ος} τρόπος



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Άμεσα εφαρμόσιμος τρόπος



KUHN 3,5m

30.000 € καινούριο

15.000 € μεταχειρισμένο



VELGER

115.000 € καινούρια

45.000 € μεταχειρισμένη



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Κοπή: 4 €/στρέμμα

Δεματοποίηση:

A) Μικρά δέματα

0,8 €/δέμα (1 δέμα $\approx$ 30 κιλά)

1200 κιλά ξηρή αγριαγκινάρα/στρέμμα $\approx$ 40 δέματα

Δηλαδή 40 δέματα $\times$ 0,8 €/δέμα = 32 €/στρέμμα

Σύνολο κοπή και δεματοποίηση = ~~36 €/στρέμμα~~



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

B) Μεγάλα τετράγωνα δέματα (≈ 300 κιλά)

Κόστος δεματοποίησης + κέρδος = 2 €/δέμα

1200 κιλά ξηρή αγριαγκινάρα/στρέμμα ≈ 4 δέματα

Δηλαδή 4 δέματα x 2 €/δέμα = 8 €/στρέμμα

Σύνολο κοπή και δεματοποίηση = 12 €/στρέμμα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

Ταχύτητα εργασίας

≈ 80 στρέμματα / ώρα

Διαστάσεις δέματος

Ύψος = 76 cm

Πλάτος = 120 cm

Μήκος = 240 cm

Όγκος δέματος = $76 \times 120 \times 240 \approx 2,2 \text{ m}^3$

Κόστος σχοινιού $\approx 0,3 \text{ €}$ / δέμα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Φόρτωση δεμάτων:

1 € / δέμα x

4 δέματα / στρέμμα =

4 €/στρέμμα

Μεταφορά:

2 €/δέμα x 4 δέματα/στρέμμα =

8 €/στρέμμα



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Κόστος κοπής, δεματοποίησης, φόρτωσης και μεταφοράς στο εργοστάσιο ανά στρέμμα:

$$4 \text{ €} + 8 \text{ €} + 4 \text{ €} + 8 \text{ €} = 24 \text{ €}$$

$$\text{ή } 24 \text{ €} / 1200 \text{ κιλά} = 0,02 \text{ €/κιλό ή } \mathbf{20 \text{ €/τόνο}}$$



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

2^{ος} τρόπος



**Claas $\approx$ 220.000 € καινούρια, μεταχειρισμένη λιγότερο από τα μισά
Μικρότερα λειτουργικά κόστη - Λιγότερο προσωπικό**



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αντικατάσταση υφιστάμενων καλλιεργειών με αγριαγκινάρα θα πολλαπλασιάσει το κέρδος της γεωργικής εκμετάλλευσης και θα δώσει νέες μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης στην Ελληνική ύπαιθρο επίσης και με τις νέες θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν.
- Επίσης, το παραγόμενο βιο-καύσιμο θα είναι πολύ οικονομικότερο από το πετρέλαιο θέρμανσης και το φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα τη μείωση της εξάρτησης από τα διεθνή μονοπώλια ενέργειας και την εξοικονόμηση πολύτιμου συναλλάγματος.
- Άμεσες θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον:
 - ✓ φαινόμενο θερμοκηπίου
 - ✓ μείωση της νιτρορύπανσης
 - ✓ μείωση αγροχημικών
 - ✓ εξοικονόμηση νερού
 - ✓ μηδενισμός διάβρωσης και ερημοποίησης
 - ✓ αύξηση της εδαφικής γονιμότητας.



Ελληνικό φτηνό «πετρέλαιο» από Ελληνικά χέρια στην Ελληνική γη
με δυνατότητες εξαγωγής

Ευχαριστώ



Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ.