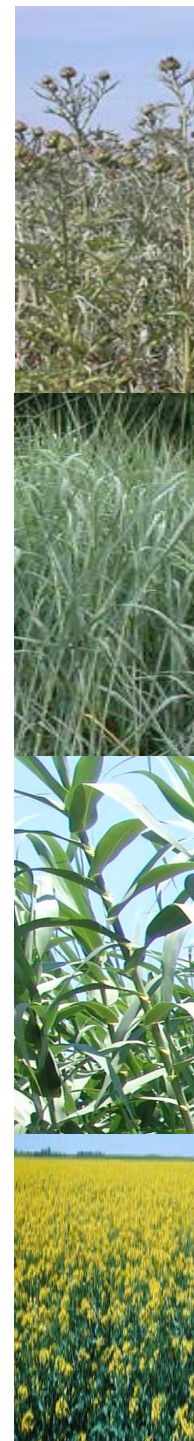


Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο

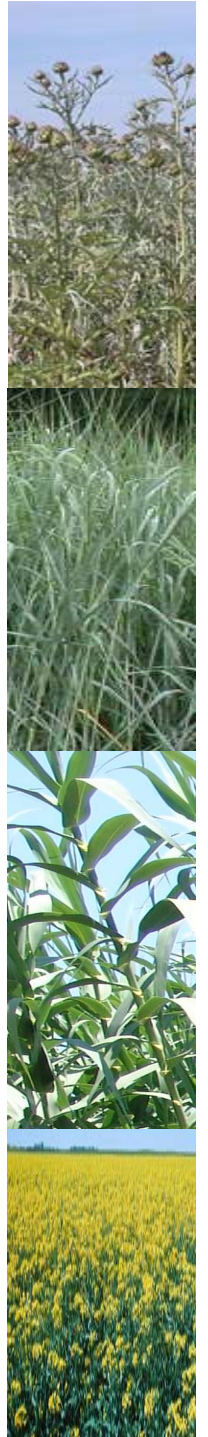
Μυρσίνη Χρήστου, Ευθυμία Αλεξοπούλου, Βασίλης
Λυχναράς, Ειρήνη Νάματοβ

Τμήμα Βιομάζας
ΚΑΠΕ



Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς.





Παραδοσιακές καλλιέργειες

- σιτάρι
 - το κριθάρι,
 - ο αραβόσιτος,
 - τα ζαχαρότευτλα
 - ο ηλίανθος
- όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας.

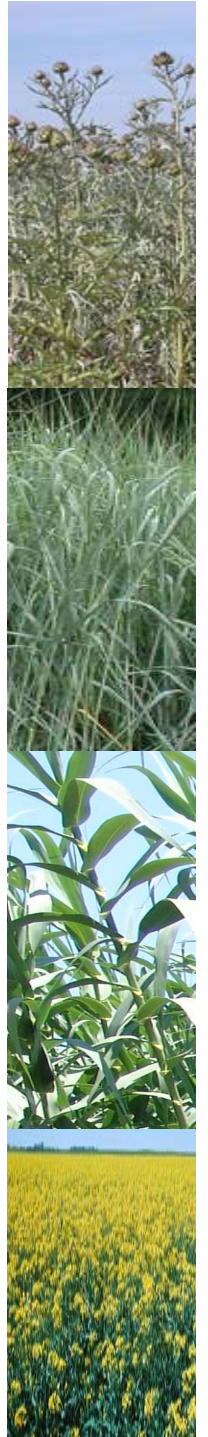
Ενεργειακές καλλιέργειες

Πολυετείς

- ✓ Καλάμι (*Arundo donax*)
- ✓ Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*)
- ✓ Μίσχανθος (*Miscanthus sinensis x giganteus*)
- ✓ Switchgrass (*Panicum virgatum*)
- ✓ Ευκάλυπτος (*Eucalyptus spp.*)
- ✓ Ψευδακακία (*Robinia pseudacacia*)

Ετήσιες

- ✓ Γλυκό και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor*)
- ✓ Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*)
- ✓ Ελαιοκράμβη (*B. carinata*, *B. napus*)



Ενεργειακές καλλιέργειες

Τελικές χρήσεις

- Παραδοσιακές

- σιτηρά,
- αραβόσιτος,
- ηλίανθος, κ.ά.

- Νέα είδη

- ελαιοκράμβη,
- Γλυκό σόργο,
- μίσχανθος,
- αγριαγκινάρα,
- καλάμι
- Ευκάλυπτος, κ.ά

- Βιοντήζελ

- Βιοαιθανόλη

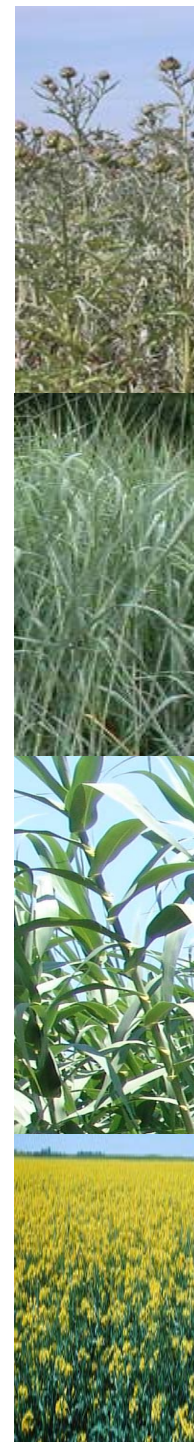
- Θερμική & ηλεκτρική ενέργεια



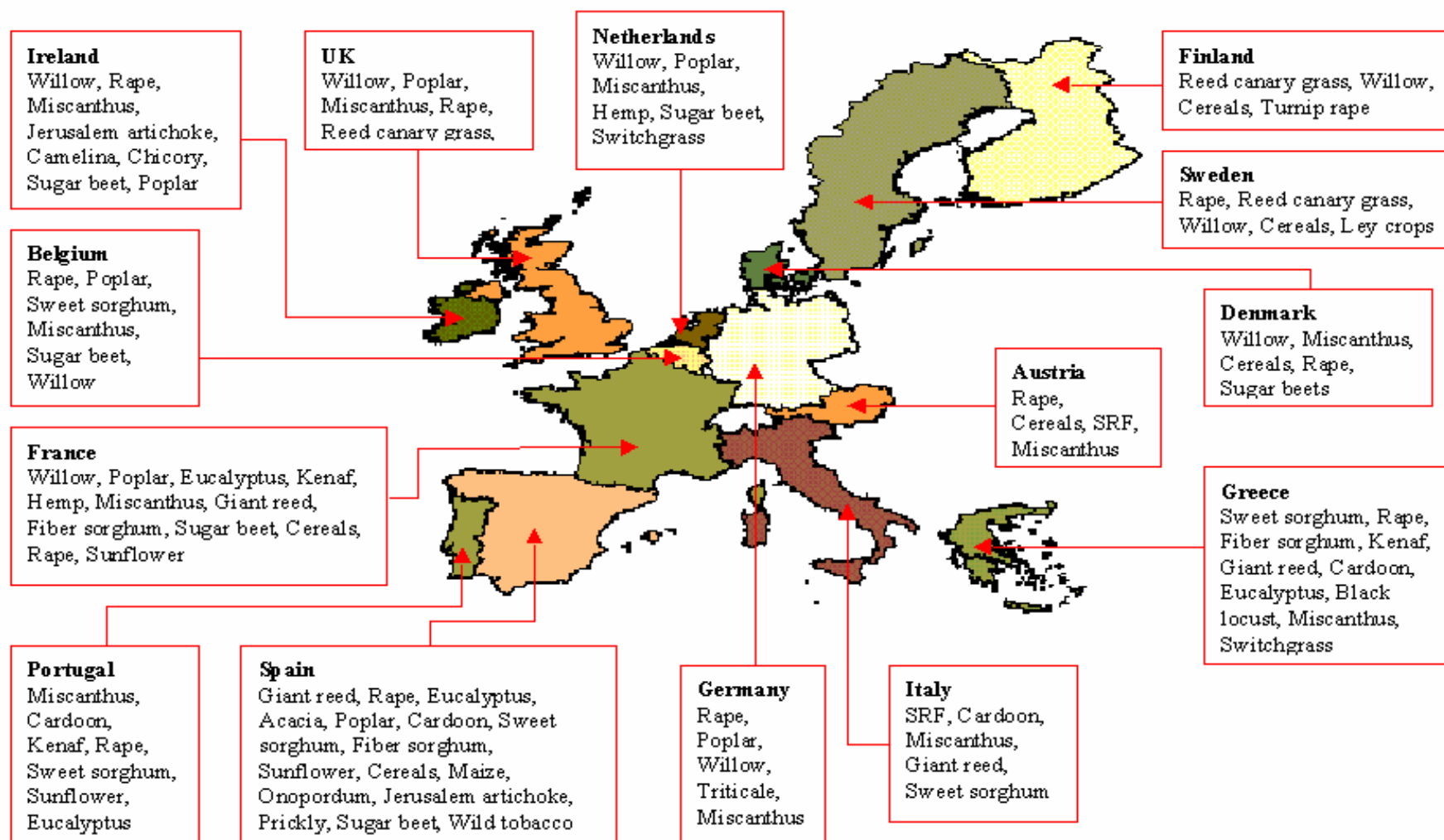
Ενεργειακές καλλιέργειες στην Ευρώπη

Φυτά	Έκταση (στρ)
Ελαιοκράμβη	8.000.000
Ευκάλυπτος	5.000.000
Ηλίανθος	910.000
Ιτιά	180.000
Ζαχαρότευτλο	94.000
Φαλαρίδα	62.500
Λεύκα	44.500
Μίσχανθος	3.500
Κενάφ	1.700
Αγριαγκινάρα	650
Γλυκό σόργο	550
Καλάμι	150

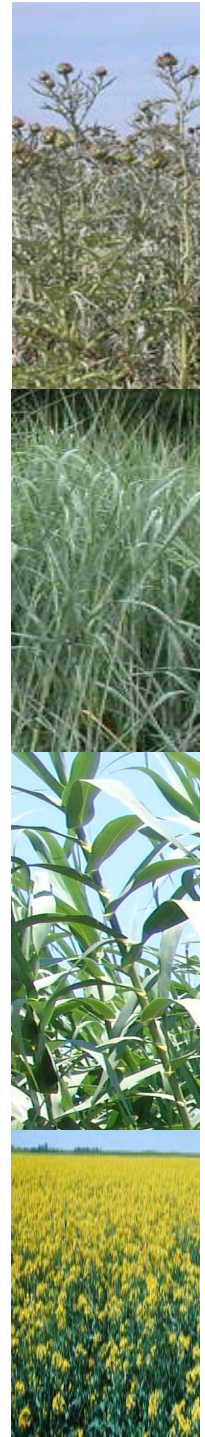
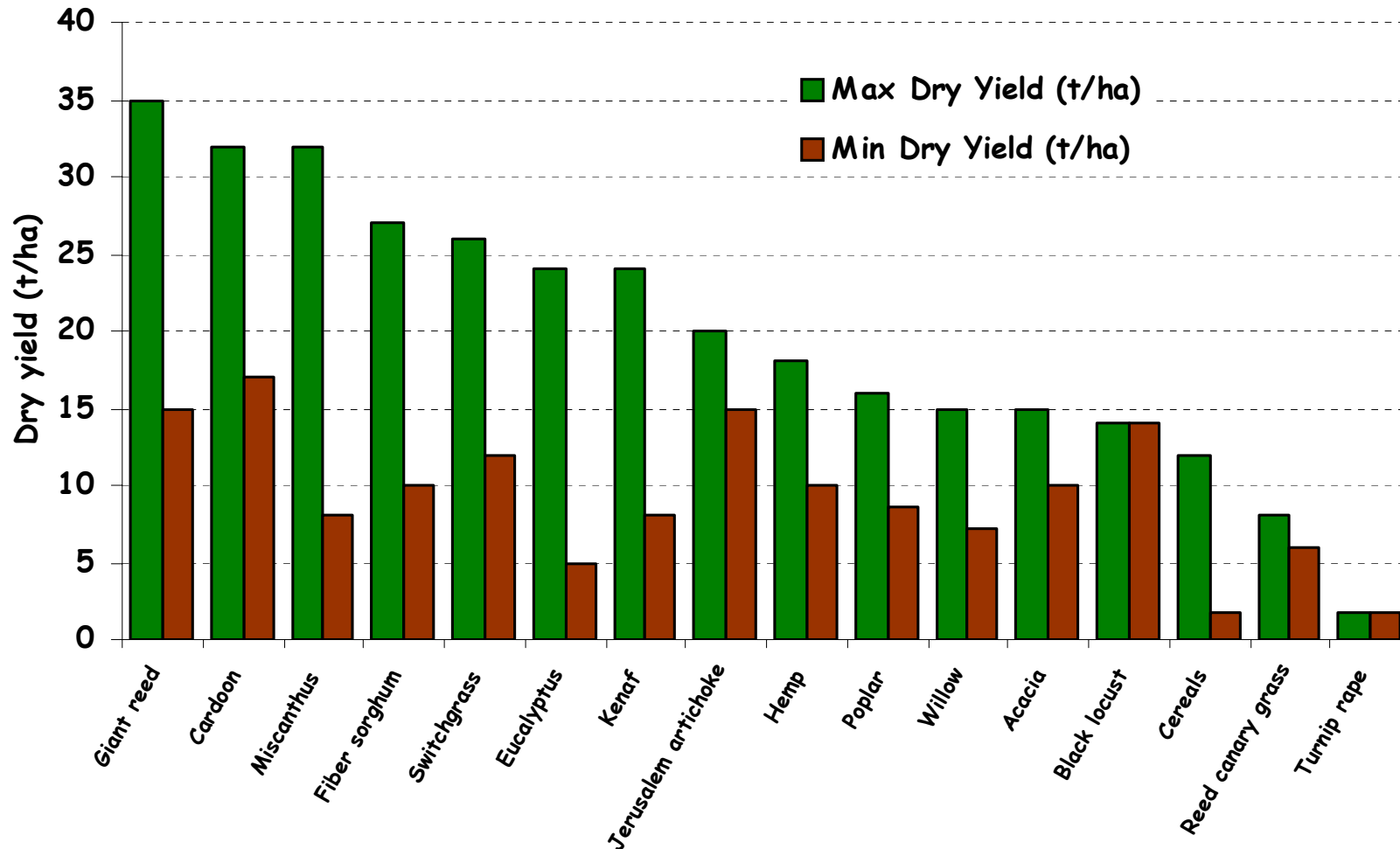
Πηγή: Vanendaal et.al, 1999)



Current status of energy crops in EU



Δυναμικό παραγωγής των ενεργειακών φυτών στον ευρωπαϊκό χώρο



Παραδοσιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα

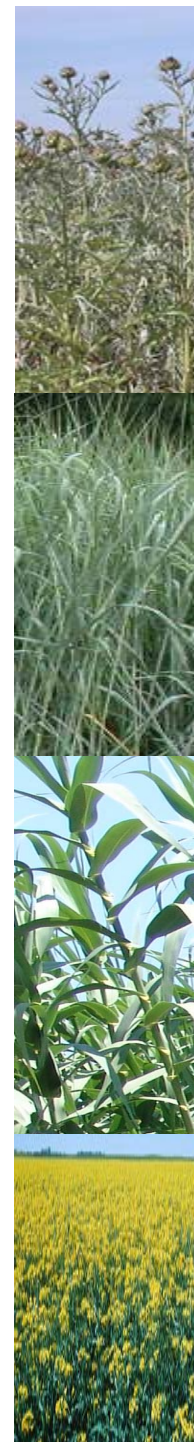
Βιοκαύσιμο	Καλλιέργεια	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (τόνοι)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (χιλ. λίτρα)
Βιοντίζελ	Ηλιόσπορος	231,449	30,863	10,262	11,932
	Βαμβάκι	4,119,281	1,326,153	74,477	86,601
	Σόγια (σπόρος)	282	49	8	10
Βιοαιθανόλη	Μαλακός Σίτος	1,892,598	503,635	120,872	153,003
	Σκληρός Σίτος	6,685,185	1,823,067	437,536	553,843
	Αραβόσιτος	2,165,666	2,094,096	495,603	627,345
	Ζαχαρότευτλα	16,600	99,634	7,888	9,984
	Σόργο	931	77	6	8

Πηγή: ΕΣΥΕ, 2000



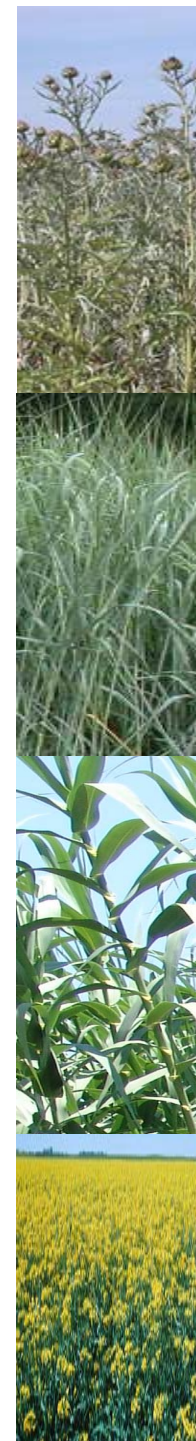
Ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα

Φυτά	Έκταση (στρ)
Ελαιοκράμβη	840
Γλυκό σόργο	100
Κενάφ	95
Καλάμι	76
Μίσχανθος	48
Ρετινολαδιά	45
Λινάρι	40
Switchgrass	8
Αγριαγκινάρα	3 + 300
Ινώδες σόργο	3



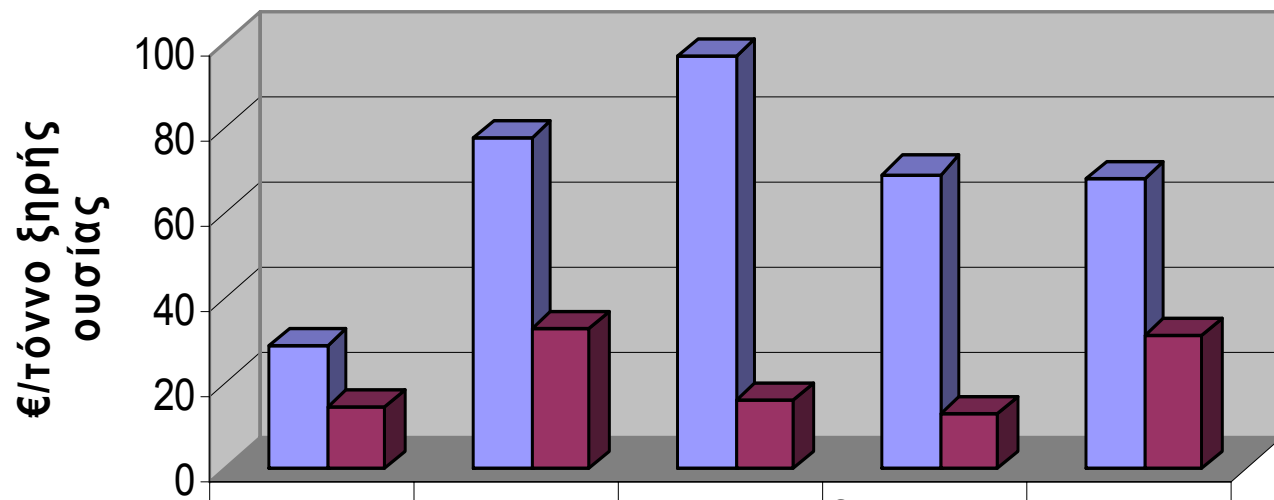
Παραγωγικότητα ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα

Φυτικά είδη	Αποδόσεις (τόνοι ξ.ο/στρ/χρόνο)
Καλάμι	2-3
Αγριαγκινάρα	1-2
Μίσχανθος	1-3
Switchgrass	1,4-2,5
Ευκάλυπτος	<3,5
Ψευδακακία	0,6-1,7
Γλυκό/Ινώδες σόργο	1 - 4
Κενάφ	1,5
Ελαιοκράμβη	0,3-0,8



Οικονομικά στοιχεία των πολυετών φυτών

Κόστος παραγωγής και διαχείρισης βιομάζας



■ Παραγωγή βιομάζας	28,87	78,12	97,24	69,36	68,4
■ Logistics	14,41	32,88	15,5	12,46	30,78

Κόστος παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών για παραγωγή βιοντίζελ

	Ελαιοκράμβη Αρδευ.	Ελαιοκράμβη Ξηρ.	Ηλίανθος Αρδευ .	Ηλίανθος Ξηρ.
Αποδόσεις (κιλά/στρ)	350	180	350	175
Ενοίκιο εδάφους	30,00	9,00	30,00	9,00
Προετοιμασία Εδάφους	16,00	16,00	16,00	16,00
Καταπολέμηση εχθρών	11,00	11,00	8,25	8,25
Λίπανση	17.30	17,30	4,00	4,00
Σπορά	14,50	14,50	9,70	9,70
Άρδευση	10,00		10,00	
Συγκομιδή	9,00	9,00	9,00	9,00
Κόστος Παραγωγής (€/στρ)	107,80	76,80	86.95	55.95
Κόστος Παραγωγής (€/τόνο)	308	427	248	320

Κόστος παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών για παραγωγή βιοαιθανόλης

	Σ. Σίτος Αρδ	Σ. Σίτος Ξηρ.	Γλυκό Σόργο	Τεύτλα	Αραβόσιτος
Αποδόσεις (κιλά/στρ)	550	300	7.000	6.800	1.200
Ενοίκιο εδάφους	30,00	9,00	30,00	35,00	30,00
Προετοιμασία Εδάφους	10,00	10,00	20,50	31,60	20,50
Καταπολέμηση εχθρών	11,80	11,80	6,25	27,00	18,80
Λίπανση	15,10	15,10	11,45	32,30	35,70
Σπορά	10,50	10,50	10,50	16,80	25,00
Άρδευση	10,00		20,00	35,00	30,00
Συγκομιδή	9,00	9,00	17,50	46,65	17,50
Λοιπές				35,00	6,80
Κόστος Παραγωγής (€/στρ)	96,40	65,40	116,20	259,6	177,5
Κόστος Παραγωγής (€/κιλό)	175	218	16,6	38	150

Ετήσιο ισοδύναμο κόστος παραγωγής, συγκομιδής και μεταφοράς καλαμιού

	ΓΑΛΛΙΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ
Τρόπος Καλλιέργειας	Μη Αρδευόμενο	Αρδευόμενο	Αρδευόμενο κατά την εγκατάσταση	Αρδευόμενο κατά την εγκατάσταση
Μέση Παραγωγικότητα (τόνοι/εκτάριο/έτος)	12.7	12.7	8.3	12.7
Ενοίκιο Εδάφους	9.25	39.40	15.79	17.99
Εργασία	7.73	6.48	6.81	8.85
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	3.25	6.94	5.60	4.01
Κόστος Υλικών	25.24	25.30	39.61	26.90
Κόστος Παραγωγής	45.47	78.12	67.81	57.75
Συγκομιδή και αποθήκευση	16.20	11.65	13.30	14.47
Μεταφορά	21.25	24.60	23.65	22.51
Συνολικό κόστος	82.92	114.37	104.76	94.73

Ετήσιο ισοδύναμο κόστος παραγωγής, συγκομιδής και μεταφοράς αγριαγκινάρας

	ΓΑΛΛΙΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ
Τρόπος Καλλιέργειας	Μη Αρδευόμενο	Αρδευόμενο	Αρδευόμενο κατά την εγκατάσταση	Αρδευόμενο κατά την εγκατάσταση
Μέση Παραγωγικότητα (τόνοι/εκτάριο/έτος)	10.9	11.0	4.4	10.9
Ενοίκιο Εδάφους	10.75	45.29	29.64	20.90
Εργασία	7.81	6.85	11.11	8.95
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	4.45	8.23	12.22	5.30
Κόστος Υλικών	9.01	8.99	22.56	10.90
Κόστος Παραγωγής	32.02	69.36	75.53	46.05
Συγκομιδή και αποθήκευση	11.30	8.19	14.51	10.18
Μεταφορά	4.51	5.20	4.98	4.77
Συνολικό κόστος	47.83	82.75	95.02	61.00

Οφέλη



Περιβαλλοντικά

- ✓ Θετική συνεισφορά όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ✓ Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους
- ✓ Διαχείριση νερού
- ✓ Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα, φυτοφάρμακα κλπ
- ✓ Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας

Κοινωνικο-οικονομικά

- ✓ Προσφορά εναλλακτικών λύσεων
- ✓ Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου
- ✓ Αύξηση του γεωργικού εισοδήματος
- ✓ Συγκράτηση του αγροτικού πληθυσμού στις εστίες του
- ✓ Αναζωογόνηση των λιγότερο αναπτυγμένων περιοχών
- ✓ Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο



Μειονεκτήματα

- ✓ Εποχιακή παραγωγή και μεγάλη διασπορά
- ✓ Αυξημένος όγκος και περιεκτικότητα σε υγρασία
- ✓ Δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση
- ✓ Μικρό ενεργειακό περιεχόμενο
- ✓ Απαίτηση μεγάλων εδαφικών εκτάσεων για την παραγωγή της
- ✓ Υψηλότερο κόστος εξοπλισμού

Συμπεράσματα



- ✓ Πολύ καλή προσαρμοστικότητα των επιλεγμένων καλλιεργειών στις Ελληνικές τοπικές συνθήκες
- ✓ Μεγάλα περιθώρια αύξησης των αποδόσεων
- ✓ Περιβαλλοντικά φιλικές (μειωμένες απαιτήσεις σε ποιότητα εδαφών, ποσότητα και ποιότητα νερού άρδευσης, χρήση λιπασμάτων/ζιζανιοκτόνων, κα, προστασία εδαφών)
- ✓ Υπάρχει δυνατότητα μηχανοποιημένης παραγωγής και διαχείρισης της πρώτης ύλης

Συμπεράσματα



- Συνδυασμός υπολειμματικών μορφών βιομάζας και ενεργειακών καλλιεργειών για ασφαλή τροφοδοσία των μονάδων μετατροπής, τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής παραγωγής.
- Ανάπτυξη πιλοτικών καλλιεργειών και ενσωμάτωσή τους σε ολοκληρωμένα σχήματα παραγωγής ενέργειας.
- Προώθηση πολιτικών ενθάρρυνσης των ενεργειακών καλλιεργειών.
- Ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)



- ✓ **Σπορά:** Άνοιξη - Φθινόπωρο
- ✓ **Συγκομιδή:** Καλοκαίρι (Ιούλιος, Αύγουστος)

- Πολυετές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης.
- Πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα των μεσογειακών χωρών.
- Ως χειμερινό φυτό έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλεύεται τις βροχοπτώσεις και να δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμη και χωρίς άρδευση.
- Λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει προστατεύει από τη διάβρωση τα επικλινή κι άγονα εδάφη.

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.)



- Πολυετές ριζωματώδες φυτό που ανήκει στα αγραστώδη (Gramineae).
- Αυτόχθονο στη Νότιο Αμερική
- Παραδοσιακά καλλιεργούμενο στις ΗΠΑ σε βοσκότοπους και λειμώνες τα τελευταία 50 χρόνια.
- Η καλλιέργεια του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία).
- Οι αρδευτικές ανάγκες του Switchgrass είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού.

- ✓ Σπορά: Άνοιξη
- ✓ Συγκομιδή: από Νοέμβριο ως Φεβρουάριο

Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*)



- ✓ **Φύτευση ριζωμάτων:** τέλη Φεβρουαρίου
- ✓ **Συγκομιδή:** από Δεκέμβριο ως Φεβρουάριο
- Πολυετές ριζωματώδες φυτό που ανήκει στα αγραστώδη (Gramineae).
- Προέρχεται από την Ανατολική Ασία, όπου απαντάται σε περιοχές με τροπικό, υποτροπικό έως εύκρατο κλίμα.
- Ο γονότυπος που χρησιμοποιείται εισάχθηκε από την Ιαπωνία το 1930.
- Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία).
- Μπαίνει σε υψηλή παραγωγικότητα από τον τρίτο χρόνο καλλιέργειας.

Καλάμι (*Arundo donax* L.)



- ✓ **Φύτευση ριζωμάτων:** Νοέμβριος - Φεβρουάριος
- ✓ **Συγκομιδή:** Ιανουάριος - Φεβρουάριος

- Πολυετές ριζωματώδες φυτό που ανήκει στα αγροστώδη (Gramineae).
- Αυτόχθονο στις χώρες της Μεσογείου.
- Πιστεύεται ότι προέρχεται από την Ασία. Απαντάται στη Νότιο Ευρώπη, Νότιο Αφρική, Μέση Ανατολή, Αυστραλία, Βόρεια και Νότια Αμερική, σε μεγάλο εύρος κλιματικών και εδαφικών συνθηκών.
- Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία).

Ευκάλυπτος (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh & *E. globulus* Labill.)



- *E. globulus* Labill, καλλιεργούμενο είδος σε πολλές μεσογειακές χώρες για παραγωγή χαρτοπολτού. Είναι απαιτητικός σε άρδευση και ευαίσθητος στο ασβέστιο και γι αυτό το λόγο περιορίζεται το εύρος της καλλιέργειας του (σε περιοχές με υψηλά επίπεδα βροχόπτωσης και με όξινα εδάφη).
- *E. camaldulensis* Dehnh., που χρησιμοποιείται επίσης για παραγωγή χαρτοπολτού σε εμπορική κλίμακα στο Μαρόκο και σε μικρότερη έκταση στην Ισπανία και Πορτογαλία. Είναι το πιο διαδεδομένο είδος ευκαλύπτου στις περιοχές της νότιας Ευρώπης, λόγω ανθεκτικότητας στην ξηρασία και στις υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου, που χαρακτηρίζουν τα περισσότερα εδάφη της νότιας Ευρώπης.

Ψευδακακία (Robinia pseudacacia)



- Φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες, που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, σημαντική παραγωγή βιομάζας κι εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή.
- Το ενδιαφέρον για την ψευδακακία αυξάνει τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία.
- Η ψευδακακία, εξ αιτίας του ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης, της υψηλής πυκνότητας του ξύλου και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, σε σχέση με άλλα είδη, θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα.

Γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench)



- ✓ Σπορά: Μάιος
- ✓ Συγκομιδή: Οκτώβριος

- Ετήσιο αγροστώδες φυτό.
- Προέρχεται από την Ασία και απαντάται σε περιοχές με υποτροπικό έως εύκρατο κλίμα.
- Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία).
- Έχει μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες.
- Τα τελευταία χρόνια μελετάται ευρύτατα, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ΗΠΑ, για παραγωγή αλκοόλης από τα στελέχη του.

Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L., *B. carinata* L. Braun)



✓ Σπορά:

Χειμερινές ποικιλίες: Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος:

Εαρινές ποικιλίες: Μάρτιος - Απρίλιος

✓ Συγκομιδή: Ιούλιος

- Ετήσιο φυτό που ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών.
- Καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή ελαίου και για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωτροφή και λίπανση). Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά της (η λεγόμενη πίτα) χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.
- Θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο. Ο μικρός στρογγυλός σπόρος της έχει κατά μέσο όρο μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%) και η πίτα της είναι πολύ πλούσια σε πρωτεΐνη (10-45%).
- Οι τεχνικές καλλιέργειες είναι όμοιες με εκείνες των χειμερινών σιτηρών.

Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.)



- ✓ **Σπορά:** Μάιος
- ✓ **Συγκομιδή:** Οκτώβριος-Δεκέμβριος (ανάλογα με την τελική χρήση)

- Ετήσιο αγροτώδες φυτό μικρής ημέρας.
- Είναι φυτό των τροπικών και υποτροπικών κλιμάτων. Μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος κλιματικών και εδαφικών συνθηκών.
- Τα στελέχη αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού μήκους και το φλοιό με ίνες μεγάλου μήκους. Από τις τελευταίες μπορεί να παραχθεί χαρτί ανώτερης ποιότητας.
- Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία).



Για πληροφορίες:

ΚΑΠΕ / Τμήμα Βιομάζας
19ο χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνα, Πικέρμι
Τηλ: 210 6603300
Fax: 210 6603301
E-mail: mchrist@cres.gr