मखाना खेती की उन्नत तकनीक

लोकेन्द्र कुमार • विनोद कुमार गुप्ता • बालकृष्ण झा
इन्दु शेखर सिंह• भगवती प्रसाद भट्ट • अनिल कुमार सिंह

भाकृअनुप
ICAR

पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर, पटना
मखाना अनुसंधान केन्द्र, दरभंगा
बिहार-846 005

तकनीकी बुलेटिन नं. -

मखाना खेती की उन्नत तकनीक

लेखकगण
लोकेन्द्र कुमार, वी.के. गुप्ता, बी.के. झा,
आई.एस. सिंह, बी.पी. भट्ट, ए. के. सिंह

पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर,
मखाना अनुसंधान केन्द्र, दरभंगा

अनुवाद : डा. वीणा कुमारी एवं डॉ. उत्तम कुमार

© पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर, पटना।

वर्ष: 2013

प्रकाशक: निदेशक, पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिष्द का अनुसंधान परिसर, आई.सी.ए.आर. परिसर, पोस्ट: बिहार वैटरनरी कॉलेज, पटना, बिहार।

शब्द संयोजन एवं मुद्रण: दि कम्पोजर्स प्रेस, 2151/9ए/2, न्यू पटेल नगर, नई दिल्ली-110 008, दूरभाष: 011-25707869, मोबाईल: 9810771160

सत्यमेव जयते

डा. एस. अय्यप्पन
सचिव एवं महानिदेशक

Dr. S. AYYAPPAN
SECRETARY & DIRECTOR GENERAL

भारत सरकार
कृषि अनुसंधान और शिक्षा विभाग एवं
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
कृषि मंत्रालय, कृषि भवन, नई दिल्ली–110 114

Government of India
Department of Agricultural Research & Education
and
Indian Council of Agricultural Research
Ministry of Agriculture, Krishi Bhawan
New Delhi-110 114
Tel.:23382629; 23386711 Fax: 91-11-23384773
E-mail: dg.icar@nic.in

प्राक्कथन

मखाना (*यूरेल फेरॉक्स सैलिस्व*) एक ऐसा महत्वपूर्ण जलीय पौधा है जिसमें गरीब तबके के किसानों की जीविकोपार्जन में सहयोग करने की काफी क्षमता है; खासकर भारत के पूर्वी क्षेत्र के मछुआरा समुदाय के लोगों के लिए जहाँ कृषि बहुत ही कठिन, विविधा एवं जोखिम भरा कार्य है। मखाना का विस्तार भारत के उत्तर–पूर्वी क्षेत्र तथा जम्मू एवं कश्मीर में हुआ है परन्तु इसकी व्यवसायिक खेती बिहार के केवल कुछ भागों तक ही सीमित है। मखाना की खेती उत्तर–पूर्वी क्षेत्र एवं पूर्वी क्षेत्र के मौसमी जल क्षेत्रों के समुचित उपयोग के लिए एक अद्भुत अवसर प्रदान करती है।

पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर, पटना के मखाना अनुसंधान केन्द्र, दरभंगा ने मखाना की एकीकृत कृषि प्रणाली मॉडल को विकसित किया है जो उस क्षेत्र के लिए काफी उपयुक्त है। चूंकि मखाना इस क्षेत्र की एक मुख्य फसल है, अतः संबंधित विभागों द्वारा भी इस प्रणाली को वृहद स्तर पर कार्यान्वित/अपनाने की आवश्यकता है। संस्थान ने खेतों में अन्य फसलों के साथ मखाना की खेती के लिए एक तकनीक को मानकता प्रदान की है। यह तकनीक मखाना की पारम्परिक तालाबों में की जाने वाली खेती की कठिनाईयों को कम करने में लाभकारी सिद्ध होगी। इस खास फसल के व्यवसायिक पहलू को ध्यान में रखते हुए इसका क्षैतिजिय विस्तार करने की आवश्यकता है।

आज भी मखाना का कटाई उपरांत प्रबंधन एवं प्रसंस्करण एक बहुत बड़ा चुनौतिपूर्ण कार्य है। अतः इस दिशा में कार्य निष्पादन किए जाने की आवश्यकता है। मखाना की खेती के साथ–साथ

फसल की कटाई एवं पॉपिंग के गुण केवल मछुआरा समुदाय के लोगों तक ही सीमित है। अतः मखाना की खेती से जुड़े अन्य किसानों के क्षमता वर्द्धन के लिए सही कोशिश किये जाने की आवश्यकता है ताकि देश के अन्य भागों में भी इसकी खेती मशहूर हो सके।

मैं परिसर के वैज्ञानिकों को मखाना की खेती की उपयुक्त तकनीक के विकास के लिए बधाई देता हूँ। मुझे पूर्ण विश्वास है कि यह संस्थान, आई.सी.ए.आर. के दूसरे संस्थानों के सहयोग से मखाना के पोस्ट–हार्वेस्ट से संबंधित कठिनाईयों को जल्द ही दूर करने में सफल होगा ताकि मखाना की खेती का व्यवसायिकरण किया जा सके।

(एस. अय्यपन)

प्रस्तावना

मखाना के जर्मप्लाज्म के संग्रहण एवं मूल्यांकन, प्रजाति विकास, फसल प्रणाली मॉडल के विकास और कृषि-तकनीकों, फसल कटाई उपरांत प्रबंधन, प्रसंस्करण, विविधिकरण तथा मूल्यवर्धन आदि से संबंधित होने वाले अनुसंधान के लिए पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर का मखाना अनुसंधान केन्द्र, दरभंगा कटिबद्ध है। मखाना (*यूरिएल फेरेक्स सेलिस्ब*) एक महत्वपूर्ण जलीय पौधा है। मखाना की खेती द्वारा, स्थिर जल क्षेत्र जैसे तालाब, निचली भूमि, गोखुर झील, कीचड़ और गड्ढे आदि का सही उपयोग किया जा सकता है। मछली और सिंघाड़ा के साथ मखाना की एकीकृत खेती पूर्वी क्षेत्र के लिए व्यवहार्य कृषि प्रणाली पायी गयी है।

कृषि प्रणाली प्रारूप में मखाना की खेती एक आदर्श उदाहरण है जो किसानों को उथले जल में मखाना की खेती से अधिकाधिक लाभ पाने का अवसर प्रदान करती है। मखाना उपजाने वाले खेतों में सिंघाड़ा, धान, गेहूँ, बरसीम और अन्य फसलों को सफलतापूर्वक उगाया जा रहा है। यह किसान परिवारों को रोजगार देने के साथ-साथ खाद्य-सुरक्षा प्रदान करती है। खेतों में की जाने वाली मखाना की खेती, तालाबों में की जाने वाली खेती की तुलना में पारितांत्रिक और आर्थिक रूप से अधिक व्यवहारिक होता है। अभी तक भारत में बिहार ही एक मात्र ऐसा राज्य है जो मखाना का व्यवसायिक रूप में उत्पादन करता है।

यद्यपि मखाना की उत्पादन तकनीक उपलब्ध है फिर भी मखाना का प्रसंस्करण हाथों द्वारा ही किया जाता है। इसलिए बीज वर्गीकरण और लावा बनाने का मशीनीकरण करने की दिशा में सकारात्मक कदम उठाने की आवश्यकता है। उपर्युक्त वर्णित दोनों ही कार्य अधिक निपुणता, कष्टसाध्य एवं कठिन कार्य है जो बिहार के मछुआरा समुदाय के द्वारा किये जाते हैं। मखाना की खेती के क्षैतिज विस्तार के लिए मशीनीकरण किये जाने कि अत्यन्त आवश्यकता हैं अन्यथा यह महत्वपूर्ण फसल विलुप्त होने के कगार पर पहुँच जाएगी। मखाना की खेती करने वाले किसानों को सुदृढ़ करने के लिए ऋण उपलब्ध करने के साथ-साथ विपणन की भी व्यवस्था करनी होगी। उसके अलावा किसानों के बीच मखाना का क्षेत्रीय, राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर साझेदारी, इसे अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रतिमान के रूप में स्थापित करेगा।

यह सर्वविदित है कि वैश्विक वातावरण में बहुत तेजी से परिवर्तन हो रहा है जो, जल स्त्रोत पर भी तीव्र प्रभाव डाल रहा हैं। मखाना आधारित एकीकृत कृषि प्रणाली, पोषण एवं वातावरण संरक्षण के अतिरिक्त मौसम परिवर्तन का सामना, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन एवं कृषि विविधिकरण के द्वारा करता है।

इस किताब के माध्यम से लेखकों ने मखाना की खेती के विभिन्न पहलुओं पर किये गये शोध के परिणाम को प्रस्तुत करने का एक सार्थक प्रयास किया है। हम आशा करते हैं कि इसमें उपलब्ध जानकारियाँ नीति-निर्धारकों/योजना निर्माताओं के लिए, मखाना उत्पादन करने वाले किसानों के जीविकोत्थान एवं मखाने की खेती के क्षेत्र का विस्तार करने में उपयोगी साबित होगी।

लेखकगण

विषय-सूची

विषय	*पृष्ठ संख्या*
परिचय	1
वानस्पतिक विशेषताएँ	2
मखाना की खेती	6
मखाना के पौधों में लगने वाले कीट एवं व्याधियाँ	12
तालाब एवं खेतों में मखाना की खेती	14
फसल प्रणाली प्रारूप में मखाना की खेती	15
समेकित खेती प्रणाली प्रारूप में मखाना की खेती	16
फसल कटाई के बाद का प्रबंधन	17
मखाना की व्यवसायिक खेती	20
मखाना का उपयोग	25
फसल सुधार	29
अनुसंधान योग्य अन्य मुद्दे	30

प्रमुख उपलब्धियाँ

- मखाना के 112 जर्मप्लाज्म को जमा करके उनका मूल्यांकन किया गया तथा चयन द्वारा 24 विशुद्ध वंशक्रम (प्योर लाईन) को विकसित किया गया। उन विकसित 24 विशुद्ध वंशक्रम में से 6 को उच्च उत्पादकता के लिए बहुत ही उपयुक्त पाया गया।
- 1.6 टन/हे. स्थानीय बीज की तुलना में विशिष्ट कुल के बीज का उत्पादन 2.8 टन/हे. पाया गया।
- मखाना का एक उद्यमान वंशक्रम उच्च कोटि प्रभेद के रूप में जारी किये जाने को तैयार है।
- साधारणतय: मखाना तालाब पारितंत्र में होने वाली एक फसल है परन्तु उसकी उत्पादकता को बढ़ाने तथा क्षैतिजिय विस्तार करने के लिए खेत आधारित खेती की तकनीक का मानकीकरण किया गया जो किसानों के द्वारा सफलतापूर्वक अपनाया गया।
- मखाना आधारित फसल प्रणाली जैसे मखाना–सिंघाड़ा, मखाना–बरसीम तथा मखाना–धान–गेहूँ को विकसित किया गया।
- मखाना के साथ मछली एवं सिंघाड़ा की फसल प्रणाली को विकसित किया गया जो किसानों के बीच काफी मशहूर हो रहा है।
- मखाना आधारित फसल प्रणाली का आर्थिक विश्लेषण किया गया तथा सबसे ज्यादा शुद्ध लाभ मखाना–धान–गेहूँ फसल प्रणाली (122570 ₹/हे.) में दर्ज किया गया उसके बाद ज्यादा शुद्ध लाभ क्रमश: मखाना–बरसीम (98465 ₹/हे.) तथा मखाना–सिंघाड़ा (88790 ₹/हे.) में दर्ज किया गया।
- मखाना–मछली–सिंघाड़ा फसल प्रणाली में (88910 ₹/हे.) शुद्ध लाभ का ऑकलन किया गया।

परिचय

मखाना निम्फियेसी परिवार का एक जलीय पौधा है। इसे साधारणतया गोरगोन नट या फॉक्स नट कहते है। यह सालोभर रहने वाले स्थिर जल जैसे तालाब, गोखुर झील, कीचड़ तथा गड्ढ़े में उपजता है। मखाना को 'काला हीरा' भी कहा जाता है। यह उष्ण एवं उपोष्ण जलवायु का पौधा है। इसके सही विकास एवं बढ़वार के लिए 20°C से 35°C तापमान, सापेक्षिता आर्द्रता (50% से 90%) तथा 100 सेमी. से 250 सेमी. वार्षिक वर्षा का होना अति आवश्यक है। मखाना की खेती हजारों गरीब किसानों खासकर बिहार एवं मणिपुर के किसानों की जीविका का एक महत्वपूर्ण साधन है। यह एक नकदी फसल (सूखा फल) है। इसे पॉप्ड मखाना के रूप में बाजार में बेचा जाता है जिसे लावा मखाना भी कहते हैं। ऐसा माना जाता है कि मखाना के पौधों की उत्पत्ति दक्षिण-पूर्व एशिया तथा चीन में हुई है लेकिन वर्तमान में इसका वितरण संसार के हर कोने में हो गया है। लेकिन साधारणतया इसका वितरण दक्षिण पूर्व एवं पूर्वी एशिया के उष्ण कटिबंधीय एवं उपोष्ण क्षेत्रों जैसे जापान, कोरिया, रूस, उत्तरी अमेरिका, नेपाल, बंगलादेश तथा भारत के कुछ हिस्सों में हुआ है। भारतवर्ष में मखाना का प्रसार पश्चिम बंगाल, बिहार, मणिपुर, त्रिपुरा, आसाम, जम्मू एवं कश्मीर, पूर्वी ओडिशा, मध्यप्रदेश, राजस्थान एवं उत्तर प्रदेश में हुआ है जबकि इसकी व्यवसायिक खेती उत्तरी बिहार, मणिपुर, पश्चिम बंगाल के कुछ हिस्सों एवं मध्यप्रदेश तक ही सीमित हैं।

बिहार में मखाना का उत्पादन करने वाले मुख्य जिले दरभंगा, मधुबनी, सहरसा, सुपौल, अररिया, सीतामढ़ी, किशनगंज, पूर्णिया तथा कटिहार हैं। प्रसंस्कृत मखाना के कुल उत्पादन का करीब 88 प्रतिशत हिस्सा दरभंगा, मधुबनी, पूर्णिया एवं कटिहार जिले से आता है। इसकी खेती लगभग 13,000 हेक्टेयर भूमि में की जाती हैं।

मखाना के व्यवसायिक पहलू को ध्यान में रखते हुये पूर्वी क्षेत्र के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् का अनुसंधान परिसर के प्रशासनिक अधिकार के अन्तर्गत दरभंगा जिले में मखाना अनुसंधान केन्द्र की नींव रखी गई। इस पुस्तक के द्वारा लेखकों ने मखाना की आधुनिक खेती, इस पर आधारित समेकित खेती प्रणाली मॉडल, लागत-लाभ विश्लेषण, रासायनिक विश्लेषण तथा मखाना के प्रसंस्करण संबंधी जानकारी देने का प्रयास किया है।

मणिपुर में मखाना की खेती

वानस्पतिक विशेषताएँ

मखाना को वार्षिक जलीय पौधे के रूप में वर्गीकृत किया गया है जिसके विशाल प्लावित पत्ते मोनो टाईप जीनस के मैक्रोफाइटस होते हैं जो बाढ़ वाले क्षेत्र के निचले हिस्से में स्थिर, उथले पानी (4 से 6 फीट) में होते है। *यूरेल फेरॉक्स* का वानस्पतिक विवरण निम्न है।

विस्तार

मखाना बीज से उत्पन्न होने वाला पौधा है जिसके नये पौधे पूर्ण रूप से विकसित बीज से निकलते हैं।

बीज अंकुरण

मखाना बीज का अंकुरण हाइपोजियल प्रकार का है। अंकुरण के समय मखाना बीज का बीजपत्र एवं अधोबीजपत्री मिट्टी में रहता है।

इसकी जड़ें गुच्छ के रूप में होती है। जड़ें मोटी, लम्बी (40 से 125 सेमी) गुदेदार तथा रेशेदार होती है जिनमें अनेक वायुपेटी भी होती हैं प्रत्येक पौधे में करीब 3 से 5 जड़ों के गुच्छ होते हैं तथा प्रत्येक गुच्छ 10 से 15 छोटी जड़ों से बने होते हैं।

बीज के अंकुरण की अवस्थाएँ

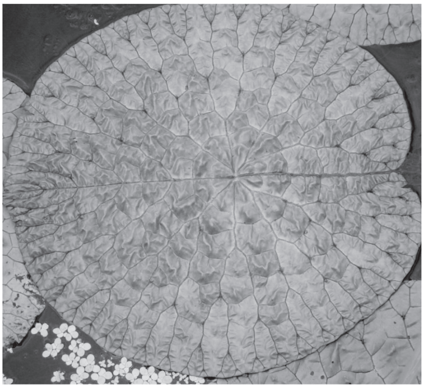
जड़ें

मखाना पौधों में राइजोमेटस तना होता है। इसका राइजोम छोटा, मोटा तथा खड़ा होता है जबकि पर्णकली ऊपर की ओर मुड़ी होती है।

मखाना की जड़

पत्तियाँ

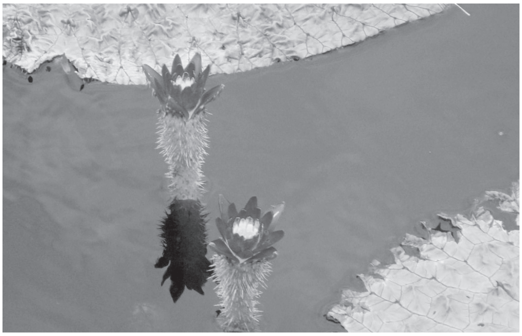
इसके पत्ते अल्टरनेट (एकान्तर), गोल, लम्बे (1 से 2 मीटर) तथा प्लावित प्रकृति के होते हैं। पत्तियाँ 3 से 5 फीट लम्बे डण्ठल पर लगी होती हैं। पत्तियों का ऊपरी सतह हरे रंग का तथा भीतरी सतह गहरे बैंगनी रंग का होता है। इसकी दोनों सतहें असंख्य काँटों से भरी होती हैं।



पत्ती की ऊपरी सतह

पत्ती की निचली सतह

फूल



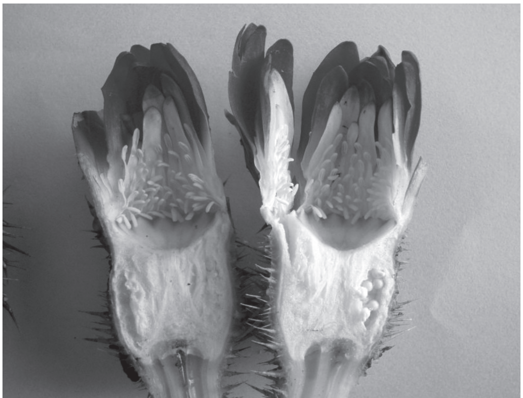
मखाना का खिला हुआ फूल

इसके फूल पूर्ण, बड़े, एकाकी, चमकदार बैंगनी रंग के लम्बे पुष्पवृन्त (डण्ठल) के साथ होते हैं। इसका थैलमस (अन्तः कक्ष) गूदेदार तथा प्याले के आकार का होता है।

बाह्य दलपुंज

इसमें चार की संख्या में दलपत्र होते हैं। दलपत्र शश्वत, हरे एवं कंटीले प्रकृति के होते हैं जो धीरे-धीरे पंखुड़ी में मिल जाते हैं।

दलपुंज



पुष्प निषेचन की प्रारंभिक अवस्था

इसकी पंखुड़ी बैंगनी रंग की होती है जिसकी संख्या अधिक (>40) होती है। पंखुड़ी का आन्तरिक भाग लोबेट तथा बाहरी भाग ओवोभेट होता है। यह धीरे-धीरे पुमंग में मिल जाते हैं।

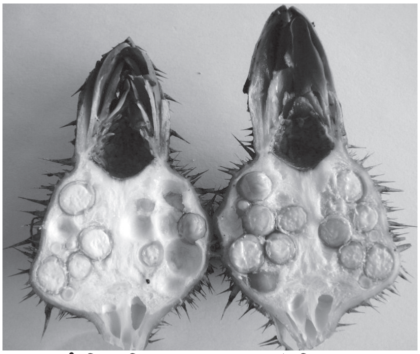
निषेचन क्रिया

मखाना केवल एक स्वपरागित पौधा है। मखाना के फूल में निषेचन की क्रिया (बीज बनना) इसके विकास की बहुत ही शुरूआती अवस्था में होती है।

फल

इसके फल बेरी प्रकार के बड़े (5 से 8 सेमी व्यास), स्पंजी, कंटीले एवं अस्तित्व बनाये रखने वाले दलपत्रों से मुकुट धारण किये हुये होते हैं। प्रत्येक फल में 20 से 200 बीज होते हैं।

मखाना का फल



पूर्ण विकसित फल का आंतरिक दृश्य

बीज

इसके ताजा बीज थुलथुल एवं धारीदार, चमकीले लाल आवरण से घिरे होते हैं। कुछ समय बाद (3 से 4 दिन) ताजा बीज का आवरण सड़कर काले रंग में बदल जाता है।

मखाना का ताजा बीज (फल के फटने के तुरंत बाद) जमा करते समय मखाना के बीज का व्यास 0.5 से 1.5 सेमी. के बीच रहता है। इसका खाने योग्य भाग पेरिस्पर्म होता है जो उजला एवं स्टार्चयुक्त होता है।

मखाना का ताजा बीज
(फल के फटने के तुरंत बाद)

इकठ्ठा करते समय मखाना का बीज

संबंधित प्रजातियाँ

यूरेल एक *मोनोटाइपिक* जीनस है, अत: इस जीनस के अंतर्गत कोई दूसरी प्रजाति नहीं होती है।

गुणसूत्र संख्या

मखाना एक द्विगुणित पौधा है तथा इसके गुणसूत्र की संरचना 29x2=58 है।

नर जननांग

इसमें पुमंग (स्टेमेन) की मात्रा असंख्य, मुक्त एवं गूदेदार पुष्पासन (थैलमस) से संलग्न होती है तथा गर्भकेसर (कार्पेल) को ढके रहता है।

मादा जननांग

इसका वर्तिकाग्र वर्तिका विहीन (सेसाइल) एवं अण्डाशय अधोवर्ति, बहुस्त्रीकेसर, संयुक्त तथा बहुकोष्ठीय (7 से 12) होता है।

मखाना की खेती

मखाना की खेती या तो जल जमाव वाले क्षेत्र में जिसकी गहराई 4 से 6 फीट हो या फिर खेतों में अन्य फसलों की भाँति इसकी खेती होती है।

तालाब विधि

यह मखाना की खेती करने की परम्परागत विधि है। इस विधि में बीज को बोने की आवश्यकता नहीं होती हैं क्योंकि पूर्व वर्ष के तालाब में बचे बीज आगामी वर्ष के लिए बीज का काम करते हैं। जबकि खेती विधि में मखाना के बीज को सीधे खेतों में बोया जाता है या फिर धान की फसल की भाँति तैयार पौध की रोपनी नये तालाब में की जाती है।

परम्परागत विधि में मखाना के खेतों में माँगुर, सींघी, केवई, गरई, ट्रैश आदि जंगली मछलियाँ बाढ़ के पानी के साथ तालाब में प्रवेश कर जाती हैं जिसे किसान अतिरिक्त फसल के रूप में प्राप्त करते हैं।

तालाबों में मखाना की पारंपरिक खेती

सीधी बुआई

इस विधि में 30 से 90 किलोग्राम स्वस्थ मखाना बीज को तालाब में दिसम्बर के महीने में हाथों से छिंटते हैं। बीज को लगाने के (दिसम्बर से जनवरी) 35 से 40 दिन बाद पानी के अंदर बीज का उगना शुरू हो जाता है तथा फरवरी के अंत या मार्च के शुरू में मखाना के पौधे जल की ऊपरी सतह पर निकल आते हैं। इस अवस्था में पौधे से पौधे एवं पंक्ति से पंक्ति के बीच की दूरी 1 मीटर x 1 मीटर बनाये रखने के लिए अतिरिक्त पौधों को निकाल दिया जाता है।

रोपाई विधि

स्वस्थ एवं नवजात पौधे की रोपाई मार्च से अप्रैल के महीने में कतार से कतार एवं पौधे से पौधे की दूरी 1.20 मी. x 1.25 मी. पर की जाती है। रोपाई के लगभग दो महीने के बाद चमकीले बैंगनी रंग का एकल फूल जहाँ–तहाँ से निकलना शुरू हो जाता है।

फूल निकलने के 35 से 40 दिनों बाद फल पूरी तरह से विकसित एवं परिपक्व हो जाते हैं। फल एवं मखाना के सभी भाग कँटीले प्रकृति के होते हैं। मखाना के फल पूरी तरह से पिरपक्व हो जाने के पश्चात गुद्दोर फल फटना शुरू हो जाते हैं। मखाना के फल पूरी तहर से परिपक्व हो जाने के पश्चात् गुद्देदार फल फटना शुरु हो जाते हैं। फल फटने के बाद पानी की ऊपरी सतह पर तैरते हैं तथा 2 से 3 दिन तालाब की निचली सतह पर बैठना शुरू हो जाते हैं। फूलों के विकसित होने एवं फल के फटने की प्रक्रिया सितम्बर के महीने तक चलती रहती है। सितम्बर के महीने के अंत या अक्टूबर महीने में स्थानीय औजार, जिसे गंजा कहते है, की सहायता से जलाश्य की सतह में 5 से 30 सेमी. की गहराई में बैठे बीजों को कुशल श्रमिकों की सहायता से जमा किया जाता है। फसल कटाई के 2 से 3 महीने बाद जलाश्य में शेष बचे लगभग एक तिहाई बीज जो इकठ्ठा करते समय छूट जाते हैं दूसरी फसल के लिए अंकुरित होना शुरू कर देते हैं।

खेत प्रणाली

यह मखाना की खेती करने की नई विधि है जिसे मखाना अनुसंधान केन्द्र द्वारा विकसित किया गया है। इस विधि द्वारा मखाना की खेती 1 फीट तक पानी से भरे कृषि भूमि में की जाती है। यह मखाना की खेती की बहुत ही सरल विधि है जिसमें एक ही खेत में मखाना के साथ–साथ धान एवं अन्य फसलों को उपजाने का अवसर मिलता है। मखाना के पौधों को सर्वप्रथम नर्सरी में तैयार किया जाता है। रोपाई प्राय: फरवरी के प्रथम सप्ताह से लेकर अप्रैल के तीसरे सप्ताह तक

खेतों में मखाना की पूर्ण विकसित फसल

की जा सकती है जो मुख्यत: खेत की उपलब्धता एवं बिचड़े की स्थिति पर निर्भर करती है। इस विधि के द्वारा मखाना की खेती का समय घटकर मात्र चार महीने रह जाता है। मखाना की खेती का विस्तृत वर्णन निम्न है।

नर्सरी

मखाना एक जलीय पौधा है इस कारण पानी को संग्रहित करने वाली कार्बनिक पदार्थ से युक्त क्ले मिट्टी में मखाना का पौधा सही रूप से विकास करता है। यही वजह है चिकनी एवं चिकनी-दोमट मिट्टी इसके लिए बहुत उपयुक्त मानी जाती है। खेत को मखाने के लिए तैयार करने हेतु दो से तीन गहरी जुताई की आवश्यकता होती है तथा बिचड़े के सही विकास हेतु रासायनिक खाद नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटाश क्रमश: 100:60:40 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर के अनुपात में डालना चाहिए। इसके बाद खेत जिसमें मखाना के बिचड़े को तैयार करना है, का समतलीकरण कर दो फीट ऊँचा बाँध खेत के चारों तरफ बनाना चाहिए। खेत तैयार होने के बाद उसमें लगभग 1.5 फीट पानी डाल कर मखाना के बीज की दिसम्बर महीने में बोआई कर देनी चाहिए। एक हेक्टेयर क्षेत्र में मखाने की बुआई के लिए लगभग 500 मी^{2} क्षेत्र में नर्सरी तैयार करना चाहिए। इसके लिए लगभग 20 किलो मखाना के स्वस्थ बीज को पानी से भरे तैयार खेत में एक समान छींट देना चाहिए। बिचड़ा तैयार होने तक लगभग एक

खेतों में मखाना के फसल का दृश्य

मखाना की तैयार नर्सरी

रोपाई के लिए मखाना को उखाड़ते हुए

फीट पानी का स्तर बनाये रखना चाहिए (दिसम्बर से अप्रैल तक)। प्राय: यह देखा गया है कि प्रारंभिक अवस्था में बिचड़ा में एफिड का प्रकोप बना रहता है। लेकिन इण्डोसल्फान के 0.2% घोल (दो लीटर दवा 1 लीटर पानी में) का छिड़काव कर बिचड़ा को एफिड से बचाया जा सकता है। मार्च महीने के अंत तक बिचड़ा रोपाई के लिए पूर्ण रूप से तैयार हो जाता है।

खेत की तैयारी

मखाना की रोपाई के लिए मुख्य खेत की तैयारी

खेत की 2 से 3 गहरी जुताई के बाद ट्रैक्टर या देशी हल की सहायता से पाटा देकर खेत को मखाना की खेती के लिए तैयार करते है। मखाना की खेती के लिए खेत उपलब्ध होने पर मखाना के लिए खेत की तैयारी फरवरी के प्रथम सप्ताह से अप्रैल के दूसरे सप्ताह तक हर हाल में पूरी कर लेनी चाहिए। बिचड़ा के रोपाई से पूर्व खेत के चारों तरफ 2 फीट ऊँचा बाँध बनाकर लगभग 1 फीट पानी भर देना चाहिए। उसके बाद ट्रैक्टर आधारित गीली जुताई करने के उपकरण से 2 से 3 बार खेतों में कदवा करना चाहिए। खेतों में कदवा करना मखाना की खेती के लिए परम आवश्यक है क्योंकि यह नीचे की ओर होने वाले पानी के रिसाव को रोकता है।

खाद एवं उर्वरक

परम्परागत तरीके से तालाबों में मखाने की खेती में किसान खाद एवं उर्वरकों का प्रयोग नहीं करते थे। लेकिन इसके विपरीत खेतों में मखाना की पैदावार लेने के लिए खाद एवं उर्वरकों का प्रयोग अति आवश्यक है। मखाना को बड़े एवं भारी पत्तों वाला जलीय पौधा होने की वजह से ज्यादा पोषक तत्वों की आवश्यकता होती हैं। मखाना की फसल में औसतन नेत्रजन, स्फूर एवं पोटाश क्रमश: 100:60:40 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर की आवश्यकता होती है। पोषक तत्वों की उपर्युक्त मात्रा को पूरा करने के लिए कार्बनिक (15 टन/हे.) एवं अकार्बनिक दोनों तरह के उर्वरकों की आवश्यकता पड़ती है।

खेतों में रोपाई

नर्सरी में पौधा तैयार होने पर स्वस्थ पौधों को उखाड़ कर उन्हें अच्छी तरह से कदवा किये गये खेत में पंक्तियों में ही लगाना चाहिए। अनुसंधान से यह पाया गया कि पौधे से पौधे एवं पंक्ति

से पंक्ति के बीच की दूरी 1.20 मी. x 1.25 मी. रखनी चाहिए ताकि मखाने के पौधे की सही वृद्धि एवं विकास हो सके। पौधे की रोपाई का कार्य फरवरी के प्रथम सप्ताह से लेकर अप्रैल के द्वितीय सप्ताह तक अवश्य कर लेना चाहिए ताकि फसल से अधिक से अधिक उत्पादन लिया जा सके।

खेत प्रणाली में मखाना की रोपाई

जल प्रबंधन

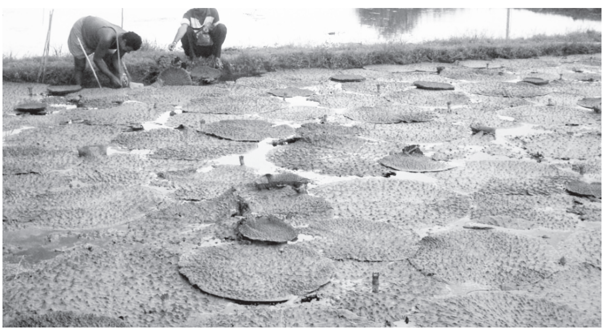
परम्परागत तरीके से मखाना की खेती करने पर सामान्यतः किसानों को तालाबों में ज्यादा जल भराव करना होता था, वैसे भी जलीय पौधा होने की वजह से मखाना की खेती के लिए निरंतर जल की व्यवस्था अति आवश्यक है। नर्सरी में मखाना के पौधे को तैयार होने में लगभग चार महीने लगते है। चूँकि इसकी रोपाई मार्च के अंत एवं अप्रैल महीने में होती है तथा रोपाई के बाद इसकी वृद्धि एवं विकास अप्रैल से अगस्त महीने में होती है जब फसल को सामान्यतः पानी मानसून में होने वाली वर्षा से प्राप्त होता है। असामान्य वर्षा के समय किसानों को 4 से 5 बार या इससे ज्यादा भी सिंचाई की आवश्यकता होती है।

खरपतवार नियंत्रण

मखाने के विकास की प्रारंभिक अवस्था में अवांछनीय पौधों का प्रकोप बढ़ जाता है। अतः शुरूआत में मखाना के खेत से कुछ अंतराल पर खरपतवार को निकालते रहना चाहिए। पौधे की रोपाई के 30 से 40 दिन बाद मखाना के पत्ते का वानस्पतिक विकास काफी तेजी से होता है। खरपतवार की वृद्धि कम हो जाती है। समेकित कृषि प्रबंधन में मखाना के साथ मछली एवं सिंघाड़ा लेने से दिसम्बर से जनवरी महीने में मछली के निकासी के वक्त जाल डालने से खरपतवार काफी हद तक कम हो जाते है।

पुष्प एवं फल का लगना

मखाना के पौधे में पुष्प एवं फल का बनना मई के महीने में शुरू होता है जो अक्टूबर एवं नवम्बर तक चलता रहता है। मखाना के पौधे की यह खासियत है कि इसके सभी पौधों में फूल एवं फल एक साथ नहीं लगते। फल परिपक्व होने के



पुष्पावस्था में मखाना की फसल

बाद फटना शुरू हो जाता है। परिणाम स्वरूप मखाना के बीज पानी की ऊपरी सतह पर तैरने लगते है। फिर 2 से 3 दिनों बाद तालाब/खेत की निचली सतह पर बीज बैठ जाता है। फल के फटने एवं बीज के पानी की सतह के नीचे बैठने की क्रिया फसल अवधि तक चलती रहती है।

फसल की कटाई

मखाना के संदर्भ में फसल कटाई का मतलब तालाब/खेत की सतह पर एकत्र बीजों का एकत्रीकरण होता है। मखाना की पारम्परिक खेती में बीजों के जमा करने का सिलसिला अगस्त से अक्टूबर महीने तक चलता है। जबकि खेतों में यह प्रक्रिया अगस्त महीने तक चलती है। इसका मुख्य कारण खेतों की कम गहराई (1 से 2 फीट) का होना है। प्रायः बीजों का एकत्रीकरण सुबह 6 से 11 बजे तक में पारम्परिक तरीके से की जाने वाली खेती में किया जाता था। करीब 4 से 5 लोगों का समूह बीज को तालाब की सतह से एकत्र करते थे। बीज को एकत्र करने में लगने वाला समय उसकी तालाब/खेतों में उपलब्ध मात्रा पर निर्भर करता है। खेतों में की जाने वाली मखाने की खेती में पानी की गहराई कम होने की वजह से बीजों को एकत्रित करना काफी सरल है तथा कम अवधि में हो जाता है।

मखाना की बीज का संग्रहण

सफाई एवं भण्डारण

एकत्रित किये गये बीज को अर्द्धचन्द्राकार कंटेनर में डाला जाता है जिसे साधारण बोल–चाल की भाषा में गांजा कहते हैं। इसे तालाब में ही बांस के डंडे की सहायता से बाँध दिया जाता है। फिर पानी की सतह पर बार–बार हिलाने–डुलाने की क्रिया को किया जाता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती है जब तक कि पूरा बीज सही ढ़ंग से साफ न हो जाये। इस प्रक्रिया से बीज से सटी सभी गंदगी दूर हो जाते हैं। बीज को फिर से बेलनाकर कंटेनर, जिसे स्थानीय भाषा में अंकुआ या खंजही कहते हैं, को जमीन की सतह पर बीज के आवरण को रगड़ने के लिए रौल किया जाता है। ऐसा करने से बीज चिकना हो जाता है। मखाना के नट को साधारणतया पैर से रगड़ा जाता है ताकि कीचड़ एवं दूसरे व्यर्थ पदार्थ निकल जायें तथा उसे फिर अच्छी तरह धोया जाता है। बीज को पूर्ण रूप से साफ करने के बाद उसे गनी बैग में रखा जाता है। बीज में पर्याप्त नमी बनाये रखने के लिए उसमें कुछ अन्तराल पर पानी का छिड़काव किया जाता है। इस प्रक्रिया को तब तक किया जाता है जब तक कि पॉपिंग (मखाना के बीज से लावा बनना) की क्रिया शुरू न हो।

मखाना की खेती से मिट्टी को होने वाले पोषकीय लाभ

मखाना के पौधे या बीज की रोपाई करते समय बीज की दूरी 1.20 मीटर तथा कतार से कतार की दूरी 1.25 मीटर का रखा जाता है। इस प्रकार एक हेक्टेयर क्षेत्रफल में 6666 पौधे आते हैं।मखाना की खेती से मिट्टी की उर्वराशक्ति पर क्या प्रभाव पड़ता है इसे जानने के लिए दस पौधे का चयन रैनडम तरीके से किया गया। तो यह देखा गया कि मखाना के पौधे में औसतन 90 प्रतिशत जल की मात्रा होती है तो इस प्रकार एक पौधा का शुष्क भार 1.0 किलोग्राम से लेकर 1.50 किलोग्राम तक होता है। इस अनुसार मखाना के पौधे सड़ने के बाद मिट्टी में 6.7 से 10.0 टन प्रति हेक्टेयर की दर से कार्बनिक प्रदार्थ का जुड़ाव करते हैं। अतः मखाना के पौधे सड़ने के बाद मिट्टी में नत्रजन 30.73, फॉस्फोरस 46.99 पोटाश 40.11, लौह 22.13, किलोग्राम प्रति हेक्टेयर की दर से आवश्यक पोषक तत्त्व प्रदान करते हैं। यहाँ पर यह बताना भी आवश्यक है कि मखाना का बीज खेतों से निकालने के पहले मखाना के पौधे के पत्ते एवं डंठल को तलवार से काटना पड़ता है फिर पानी में ही पूरे कटे पौधे को छोड़ देते हैं। प्रायः यह देखा गया है कि मखाना के पत्ते, जड़ तथा डंठल 7 से 10 दिन के अन्दर पूर्णतः सड़ (गल) जाते हैं।

मखाना के पौधे के विभिन्न भाग में उपस्थित पोषक तत्त्व की मात्रा

मखाना के पौधे का विभिन्न भाग	सुखा भार (किग्रा/हे.)	नत्रजन (प्रतिशत)	फास्फोरस (प्रतिशत)	पोटैशियम (प्रतिशत)	लोह (प्रतिशत)
पत्ता	4053	0.36	0.48	0.30	0.20
डंठल	1440	0.25	0.45	0.41	0.22
फल	1346	0.21	0.51	0.25	0.17
जड़	3739	0.26	0.38	0.50	0.23

मखाना के पौधे के विभिन्न भागों द्वारा मृदा को प्रदान किये गयक पोषक तत्त्वों की मात्रा

मखाना के पौधे का विभिन्न भाग	सुखा भार (किग्रा/हे.)	नत्रजन (प्रतिशत)	फास्फोरस (प्रतिशत)	पोटैशियम (प्रतिशत)	लोह (प्रतिशत)
पत्ता	4053	14.59	19.45	12.16	8.10
डंठल	1440	3.60	6.48	5.90	3.16
फल	1346	2.82	6.86	3.36	2.28
जड़	3739	9.72	14.20	18.69	8.59
कुल	**10578**	**30.37**	**46.99**	**40.11**	**22.13**

बीज उत्पादन

एक पौधे द्वारा उत्पादित बीज

तालाब विधि से मखाना की खेती करने पर औसतन 1.4 से 2.2 टन/हे. बीज का उत्पादन होता है जो बुआई के लिए प्रयुक्त बीज की आनुवांशिक क्षमता पर निर्भर करता है। जबकि खेती विधि से मखाना की खेती करने पर उसी बीज को इस्तेमाल करने पर उसकी उत्पादन क्षमता बढ़ जाती है जो 2.6 से 3.0 टन/हे. दर्ज की गई हैं। अब तक मखाना की कोई उन्नत किस्म उपलब्ध नहीं है। परन्तु उन्नत किस्म को विकसित करने के क्षेत्र में अनुसंधान जारी है और कुछ विशुद्ध वंशक्रम का विकास किया जा चुका है जिसकी उत्पादन क्षमता 2.8 से 3.0 टन/हे. है।

मखाना के पौधे में लगने वाले कीट एवं व्याधि

अन्य फसलों की भाँति मखाना की फसल में भी कीड़े एवं रोगों का प्रकोप बना रहता है। इस फसल में मुख्यत: एफिड, केसवर्म, जड़ भेदक के प्रकोप का खतरा बना रहता है। नर्सरी में मखाना का बिचड़ा तैयार करते समय एफिड के प्रकोप का ज्यादा खतरा रहता है। परन्तु केसवर्म एवं जड़ भेदक का प्रकोप पूर्ण रूप से विकसित मखाना के पौधे में दिखाई पड़ता है।

एफिड

एफिड सामान्यत: मखाना के नवजात पौधे की पत्तियों को नुकसान पहुँचाते हैं। जबकि केसवर्म एवं जड़ भेदक क्रमश: फूल एवं जड़ को नुकसान पहुँचाते हैं।

नियंत्रण: एफिड एवं केसवर्म के प्रकोप से पौधे को सुरक्षित रखने के लिए 0.3 प्रतिशत नीम तेल के घोल का छिड़काव करना चाहिए।

जड़ भेदक से बचाव के लिए 25 किलोग्राम नीम की खल्ली को प्रारम्भ में खेत की तैयारी करते वक्त डालना चाहिए।

झुलसा रोग

मखाना में होने वाला झुलसा रोग एक बहुत ही नुकसानदायक फफूँदीजनक रोग है। इसे उत्पन्न करने वाला ऑर्गेनिज्म को अल्टरनेरिया टिनुईस कहते हैं। यह प्राय: पूर्ण रूप से विकसित मखाना के पौधों में होता है। इस रोग से प्रभावित पत्तियों के ऊपरी सतह पर गहरे भूरे या काले रंग का लगभग गोलाकार मृत क्षेत्र जहाँ–तहाँ बन जाता है। इसमें प्राय: समक्रेंद्री बहुत सारे छल्ले एवं पटरी रूपी विकृति हो जाती जो टारगेट बोर्ड को इफेक्ट देती है। बहुत सारे धब्बे मिलकर बाद में बड़े

धब्बे बनाते हैं। जब यह बीमारी अन्तिम अवस्था में होती है तो पत्ते पूरी तरह से जले या झुलसे हुये प्रतीत होते हैं।

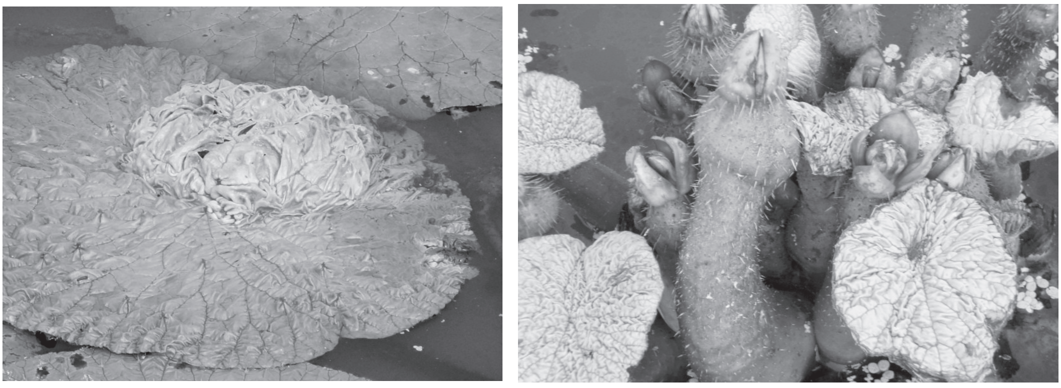
नियंत्रण: मखाना में लगने वाले झुलसा रोग को नियंत्रित करने के लिए कॉपर ऑक्सिक्लोराइड, डाइथेन Z-78 या डाइथेन M-45 का 0.3 प्रतिशत घोल का पन्द्रह दिन के अंतराल पर दो से तीन बार छिड़काव करना चाहिए।

फल सड़न

हाल में मखाना में फल सड़न रोग देखा गया है पर अभी तक इसे उत्पन्न करने वाले कीटाणु का पता नहीं चल पाया है। फिर भी इसे कवक जनित रोग की श्रेणी में रखा गया है क्योंकि इस रोग में कार्बेन्डाजिम एवं डाइथेन M-45 के 0.3 प्रतिशत घोल से पत्तियों पर छिड़काव करने पर यह बीमारी काफी हद तक नियंत्रित हो जाती है। इस रोग से ग्रसित पौधा पूर्ण रूप से स्वस्थ नजर आता है परन्तु इसके अविकसित फल सड़ना शुरू हो जाते हैं जिससे आर्थिक उत्पाद काफी प्रभावित होता है।

अति अंगवृद्धि (हाइपरट्रॉफी)

कुछ पौधों में अति अंगवृद्धि (हाइपरट्रॉफी) रूपी बीमारी को देखा गया है हालांकि यह मखाना के पौधो के लिए गंभीर बीमारी नहीं हैं। लेकिन हाइपरट्रॉफी से ग्रसित पौधे के फूल एवं पत्ते असामान्य वृद्धि से प्रभावित उत्तकों की वजह से बुरी तरह से खराब हो जाते हैं। यह बीमारी डोसानसियोपसिस यूरेलि नामक फफूँद से भी होता है। पत्तियों एवं फूलों में होने वाली असामान्य वृद्धि की वजह से इसे आसानी से पहचाना जा सकता है। इस बीमारी के लक्षण किसी खास जगह पर नहीं होते लेकिन साधारणत: यह पत्र फलक से डंठल एवं पुष्पासन की तरफ फैलता है इस कारण फूल के निचले हिस्से को काफी क्षति होती है। परिणामस्वरूप फूल में बीज भी नहीं बन पाते। अभी तक इस बीमारी की रोक थाम के लिए कोई भी शोध रिपोर्ट नहीं है। अत: जल्द से जल्द इस बीमारी की रोकथाम के लिए गहन अध्ययन एवं शोध किये जाने की आवश्यकता है।



मखाने के पत्ते एवं फल की अस्वभाविक वृद्धि

तालाब एवं खेतों में मखाना की खेती

तालाब एवं खेतों में की जाने वाली मखाना की खेती का तुलनात्मक विवरण निम्न है:

पैरा मीटर	तालाब पारितंत्र	कृषि भूमि
पानी की मात्रा	कम से कम 4 से 6 फीट	करीब 1 फीट
बीज की मात्रा	80 से 90 किलो /हे.	20 किलो/हे.
पानी का स्त्रोत	चिरस्थायी पानी का क्षेत्र	सिंचाई द्वारा या जल का चिरस्थायी स्त्रोत
खाद व उर्वरक	स्थिर जल की गहराई की वजह से संभव नहीं	रोपाई के पहले व बाद में
खरपतवार प्रबंधन	बहुत कठिन	आसान
फसल अवधि	लम्बी से बहुत लम्बी (8 से 10 महीने)	छोटी अवधि (4 से 5 महीने)
बीज उत्पादन	1.4 से 2.2 टन/हे.	2.6 से 3.0 टन /हे.
फसल एवं चारा उत्पादन की संभावना	नहीं	सिंघाड़ा, धान, गेहूँ, बरसीम एवं अन्य फसल को चक्र में लिया जा सकता है।
अधिकतम फसल लेने की संख्या	दो	तीन
फसल प्रणाली का तीव्रीकरण	मखाना के साथ सिंघाड़ा	मखाना-सिंघाड़ा, मखाना-बरसीम तथा मखाना-धान-गेहूँ
पादप संरक्षण के उपाय	बहुत कठिन	बहुत आसान
फसल सघनता	साधारणत: 100 प्रतिशत	200 से 300 प्रतिशत
शुद्ध लाभ	निम्न से मध्यम	उच्च से बहुत उच्च
फसल कटाई	बहुत कठिन, प्रशिक्षित एवं निपुण श्रमिकों से संभव	बहुत आसान, अप्रशिक्षित श्रमिकों सें भी संभव
पूँजी	ज्यादा से बहुत ज्यादा परिस्थितिनुसार	मध्यम से निम्न
मखाना की खेती के क्षैतिज विस्तार की संभावनायें	बहुत कम संभावना क्योंकि यह प्राकृतिक रूप से बने जल क्षेत्र में किया जाता है।	बहुत ज्यादा

फसल प्रणाली प्रारूप में मखाना की खेती

खेतों में मखाना की खेती करने से मखाना के अलावा दूसरी फसल जैसे खाद्यान्न एवं चारे की फसलों को सफलतापूर्वक किया जा सकता है। मखाना की फसल में 4-5 महीने ही लगते हैं अत: बाकी बचे महीनों में दूसरी फसलों को आसानी से लिया जा सकता है। सामान्यत: मखाना के तैयार पौधों को अप्रैल के दूसरे सप्ताह में खेतों में लगाते एवं अगस्त के दूसरे सप्ताह में तैयार फसल को लेते हैं। अत: मखाना वाले खेतों में अल्पकालीन अवधि के धान की फसल को लिया

जा सकता है। धान की फसल को नवम्बर के अंत में काटने के बाद दिसम्बर के मध्य में गेहूँ की फसल को लगा सकते है जो अप्रैल के दूसरे सप्ताह में तैयार हो जाता हैं। इस प्रकार खेत पुनः मखाने की दूसरी फसल के लिए खाली हो जाता है। जिसे तैयार कर किसान भाई मखाना की फसल को आसानी से उसी खेत में ले सकते हैं। इस प्रकार खेतों में मखाना की खेती करने से एक साल में एक ही खेत में तीन फसलों को आसानी से लिया जा सकता है। सामान्यतः मखाना आधारित लिए जाने फसल प्रणाली निम्न है।

मखाना–सिंघाड़ा
मखाना–बरसीम
मखाना–धान–गेंहूँ

मखाना के खेत में सिंघाड़ा (बाएँ) और बरसीम (दाएँ) की खेती

मखाना आधारित फसल प्रणाली में धान (बाएँ) और गेहूँ (दाएँ) की खेती

समेकित खेती प्रणाली प्रारूप में मखाना की खेती

समेकित या समन्वित कृषि पद्धति ऐसी पद्धति है जो एक किसान के पास उपलब्ध प्राकृतिक संसाधनों (भूमि, जल, श्रम, ऊर्जा एवं पूंजी) का वास्तविक ऑकलन करती है एवं उपलब्ध संसाधनों का समुचित उपयोग स्थानीय वातावरण, मिट्टी, ऊर्जा, जल की उपलब्धता एवं किसान की आर्थिक एवं सामाजिक पहलुओं को ध्यान में रखकर करने का अवसर प्रदान करती है। इस प्रणाली में यह भी ध्यान रखा जाता है कि एक घटक का अवशिष्ट दूसरे घटक के लिए उपयोगी हो ताकि उपलब्ध संसाधनों का समुचित उपयोग कर ज्यादा से ज्यादा आमदनी प्राप्त की जा सके। समेकित मछली की खेती गरीबों के लिए रोजगार के अवसर पैदा करने, पोषण एवं आय को बढ़ाने में भी मद्‌दगार साबित होती है। मछली की खेती मखाना के साथ भी सम्भव है। अतः तालाब प्रणाली में मछली लेने के साथ-साथ मखाना और सिंघाड़ा की फसल लेकर प्रति इकाई क्षेत्रफल से अधिक आमदनी प्राप्त की जा सकती है। इन तीनों फसलों को लेकर पानी जैसे महत्वपूर्ण खेती के स्त्रोत (घटक) की उत्पादकता काफी हद तक बढ़ाई जा सकती है। साथ ही साथ जलाक्रांत क्षेत्र की उत्पादकता भी कई गुणा बढ़ जाती हैं।

मखाना-मछली और सिंघाड़ा की खेती करने के लिए यह सलाह दी जाती है कि मखाना के पौधे के प्रस्फुटित होने से पहले तालाब से घास अच्छी तरह निकाल लेनी चाहिए। तालाब में मांसाहारी मछली को समाप्त करने के लिए महुआ की खल्ली @2.5 टन प्रति हेक्टेयर की दर से उपयोग किया जाता है। मखाना के फसल को तालाबों में लगाने के लिए पौधा से पौधा की दूरी एवं कतार से कतार की दूरी एक मीटर की होनी चाहिए। तथा मछली के विकास के लिए तालाब के पूरे क्षेत्र का 10 प्रतिशत भाग खुला रखते हैं। एक हेक्टेयर के तालाब में पाँच हजार अंगुलिकाएँ डाले जाते है। इस पाँच हजार अंगुलिकाएँ में, 40 प्रतिशत रोहू और 20 प्रतिशत क्रमशः कतला, कॉमन कार्प तथा मिरगल प्रत्येक का अनुपात रखा जाता हैं। सिंघाड़ा एक तृतीयक फसल की तरह होता है जिसमें सिंघाड़ा के फल की चार बार तुड़ाई होती है जो नवम्बर से लेकर दिसम्बर तक चलता है। जबकि मछली की निकासी दिसम्बर से जनवरी तक अर्थात मखाना के पौधा के प्रस्फुटित होने से पहले पूरी कर ली जाती है।

मखाना सह मछली की खेती

फसल कटाई उपरांत का प्रबंधन

सामान्यतः पोस्ट हार्वेस्ट तकनीक के अन्तर्गत धूप में सुखाना, आकार के आधार पर छटनी, ठण्डा एवं गर्म करना, भूनना एवं पॉपिंग, पॉलिश तथा वर्गीकरण एवं पैकेजिंग आता हैं। अभी भी मखाना के प्रसंस्करण की सारी प्रक्रिया हाथों द्वारा की जाती है क्योंकि अब तक लावा निकालने वाली मशीन नहीं बनायी जा सकी है। पॉपिंग (मखाना का लावा बनाना) की प्रक्रिया अति निपुणता कठिनाई, समय लगने वाला एवं कष्टकारी प्रक्रिया है। उत्तर बिहार में मल्लाह जाति की महिलाओं को इस तकनीक में निपुणता हासिल है। प्रसंस्करण की पूरी प्रक्रिया परम्परागत है जो आदिकाल से एक वंश से दूसरे वंश में हस्तांतरित होती है। इस कार्य में पारंगत लोग उत्तर बिहार के कुछ खास क्षेत्रों में पाये जाते है। शायद यही कारण है कि मखाना के प्रसंस्करण का कार्य सिर्फ बिहार तक ही सीमित है।

धूप में सुखाना

मखाना के ताजे बीज से वर्तमान नमी को दूर करना मखाना के प्रसंस्करण का पहला चरण है। इसके लिए ताजे फल को चटाई या पक्के यार्ड में 2 से 3 घंटे कड़ी धूप में रखते है। धूप में सूखे बीज की नमी घटकर लगभग 25 प्रतिशत रह जाती है। प्रसंस्करण के ख्याल से बीज को सही स्तर तक धूप में सुखाना बहुत ही महत्वपूर्ण तथ्य है।

बीज का वर्गीकरण

धूप में सूखे बीज का वर्गीकरण करने के लिए चलनी से चाला जाता हैं। इस प्रक्रिया के तहत बीज को आकार के आधार पर सजाया जाता हैं। इस वर्गीकरण की प्रक्रिया के तहत सात अलग–अलग आकार की चलनी की जरूरत पड़ती है। जिस पर एक से सात अंकित होता है। एक अंक वाले उपकरण के छिद्र का व्यास सबसे बड़ा (1.2 सेमी.) तथा सात अंक वाले उपकरण का सबसे छोटा (0.4 सेमी.) होता है। वर्गीकरण का कार्य एक अंक वाली चलनी से शुरू तथा अंक सात वाली चलनी से समाप्त करते है। यह सारी प्रक्रिया हाथों द्वारा की जाती है।

पूर्व तापन (प्री हिटिंग)

इस प्रक्रिया में धूप में सूखे बीज को प्रायः आग पर रखे मिट्टी के बर्तन या कास्ट आयरन पैन में रख कर गर्म करते हैं तथा इस क्रम में बीजों को हमेशा हिलाते–डुलाते रहते है। इस प्रक्रिया में लगने वाला समय इस व्यवसाय से जुड़ी महिलाओं द्वारा ही निर्धारित किया जाता है। गर्म बर्तन की सतह का तापमान 250 से

मखाना के लावा बनाने के पहले बीज को गरम करने के देशी तरीके

300°C के बीच रहता है तथा इसमें 5 से 6 मिनट तक का समय लगता है। इस प्रक्रिया की समाप्ति के बाद मखाना के बीज में नमी घटकर करीब 20 प्रतिशत रह जाती है।

टेम्परिंग (पहले गर्म फिर ठंढ़ा करके कड़ापन लाना)

पहले से गर्म किये गये मखाना के बीज को अनुकूल परिवेश में 48 से 72 घण्टे तक भण्डारण करना बीज का टेंपरिंग कहलाता है। यह पदार्थ के सार्वभौम नियम गर्म करने पर पदार्थ का आयतन बढ़ता एवं ठंडा होने पर घटता है, पर आधारित है। उपर्युक्त वैज्ञानिक सिद्धांत पर आधारित बीज का टेम्परिंग वस्तुतः बीज के कठोर आवरण (करनेल) से दाना को ढीला करने तथा बीज में उपस्थित नमी के संतुलन को बनाये रखने के लिए किया जाता है।

भूनना एवं पॉपिंग करना

यह एक बहुत ही महत्वपूर्ण परन्तु श्रमसाध्य एवं कठिन कार्य है। इसमें करीब 250 ग्राम पूर्व में गर्म किये गये मखाना के बीज की एक परत को कास्ट आयरन पैन में आग पर 290 से 340°C तापमान पर लगातार हिलाते-डुलाते हुये भूना जाता है। भूनने के क्रम में 1.5 से 2.2 मिनट के बाद मखाना के बीज के बाहरी आवरण से फटने की ध्वनि सुनाई देती है। यह ध्वनि इस बात को इंगित करती हैं कि मखाना का बीज अच्छी तरह भूना जा चुका है।

मखाना के लावा बनाने की विधि

मखाना के आठ से दस भूने हुये बीज को कड़ाही से निकाल कर किसी कड़े सतह पर रखने के बाद लकड़ी के हथौड़े से पीटना चाहिए। जैसे-जैसे बीज का कड़ा आवरण हटेगा बीज फैले हुये आकार में बाहर निकलेगा जिसे लावा कहते है। मखाना के कच्चे बीज की गुणवत्ता पर ही मखाना लावा की मात्रा निर्भर करती है। कच्चे बीज के भार का 35 से 40 प्रतिशत ही मखाना का लावा प्राप्त होता है।

पॉलिश करना

मखाना का बीज अपने शेल में दो तह का बना होता है। एक पतला, लाल रंग का झिल्लीदार आवरण, बीज के बाहरी सतह से जुड़ा होता है। यह लाल रंग का पेरिकार्प, मखाना बीज की पॉपिंग होने के बावजूद बाहरी सतह पर लगा होता जिसे निकालने के लिए पॉलिश करने की आवश्यकता

पड़ती है। मखाना को रंगड़कर पॉलिश किया जाता है। इस प्रक्रिया को करने से मखाना ज्यादा सफेद एवं चमकदार हो जाता हैं मखाना को पॉपिंग के तुरंत बाद पॉलिश किया जाता है क्योंकि पॉप्ड मखाना नमी को जल्दी सोख लेता है जिससे बाद में पॉलिश करने में कठिनाई होती है।

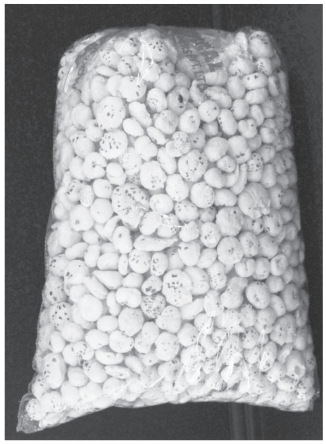
वर्गीकरण

प्रायः मखाना के उत्पादन के द्वारा पॉप्ड मखाना के लावा को दो वर्गों में वर्गीकृत किया जाता है जिसे लावा एवं थुर्री कहते हैं। लावा फूला हुआ तथा उजले रंग का होता है जिस पर लाल रंग के धब्बे होते है जबकि थुररी हल्का पॉप्ड कड़ा एवं लाल रंग का होता है। मखाना के व्यापारी इसका पाँच ग्रेड में वर्गीकरण करते है। वे इस प्रकार हैं: लावा टॉप, लावा, मुररा, ओलबा तथा थुररी। लावा टॉप एवं लावा में अंतर बिहार के बाहर के व्यापारियों की मांग के आधार पर किया जाता है। मखाना की गुणवक्ता के आधार पर उसका वर्गीकरण इस प्रकार है:

थुररी < मुररा < ओलवा < लावा < लावा टॉप।

पैकेजिंग

मखाना अन्य कृषि उत्पादों के विपरीत कम खराब होने वाला उत्पाद है। अतः स्थानीय बाजार के लिए इसे साधारण गनी बैग में पैक करते हैं, जबकि दूर दराज के बाजार के लिए पॉलीथिन बैग का प्रयोग करते हैं। मखाना बहुत ही ज्यादा हल्का होने के कारण एक मानक आकार के गनी बैग में करीब 8 किलोग्राम उच्च कोटि का लावा रख पाता है जबकि उसी बैग में 12 किलोग्राम मध्यम कोटि का लावा रखा जाता है।



चमक दमक वाला मखाना

भण्डारण

उत्पादनकर्त्ता के द्वारा मखाना को आसानी से साधारण अवस्था में लम्बे समय तक भण्डारण किया जा सकता है। परंतु इसके बड़े ढेर की वजह से यह ज्यादा जगह लेता है। अतः मखाना के सम्पूर्ण उत्पाद को मुख्यतः थोक व्यापारी को बेचा जाता है। थोक व्यापारी मखाना का भण्डारण कर लेते है ताकि उसे फसल की कटाई के कुछ दिन बाद बेचने पर ज्यादा लाभ मिल सके।

मूल्य

स्थानीय बाजार में लावा मखाना को 120 से 150 रूपये प्रति किलोग्राम के भाव से बेचा जाता हैं जबकि उत्तम क्वालिटी के मखाना लावा को 200 से 250 रूपये प्रति किलोग्राम के भाव से बेचा जाता है मखाना के व्यापारी लावा एवं टॉप लावा को बाहर के व्यापारियों द्वारा ज्यादा मांग होने की वजह से ज्यादा लाभ कमाते हैं। मखाना की विदेशों में भी काफी मांग है।

विपणन

मखाना उत्पादन, प्रसंस्करण एवं विपणन के लिए आधारभूत संरचना एवं वित्तीय सहायता उपलब्ध नहीं है।

मखाना का स्थानीय विपणन माध्यम निम्न है:

उत्पाद ⟶ संसाधक (प्रोसेसर) ⟶ स्थानीय व्यापारी/थोक व्यापारी/कमीशन एजेंट ⟶ खुदरा विक्रेता ⟶ उपभोक्ता

मखाना का लम्बा विपणन माध्यम निम्न है:

उत्पादक ⟶ संसाधक (प्रोसेसर)/स्थानीय बाजार का थोक व्यापारी ⟶ दूरस्थ बाजार का कमीशन एजेंट ⟶ दूरस्थ बाजार का थोक व्यापारी ⟶ दूरस्थ बाजार का खुदरा व्यापारी ⟶ उपभोक्ता

मखाना की व्यवसायिक खेती

वैश्विक स्तर पर मखाना की व्यवसायिक खेती सिर्फ भारत में ही होती है। अब तक भारत में बिहार राज्य ही मखाना के उत्पादन में अग्रणी है। असम, पश्चिम बंगाल और मणिपुर इत्यादि अन्य प्रमुख मखाना उत्पादक राज्य हैं। बिहार राज्य के मिथिलांचल क्षेत्र में बहुतायत में प्राकृतिक तालाब, अंतः भूमि और निम्न क्षेत्र है। इस प्रकार यह क्षेत्र मखाना उत्पादन के लिए प्राकृतिक रूप से मशहूर है। मखाना उत्पादन के क्षेत्रफल का सही आँकड़ा उपलब्ध नहीं है। फिर भी कुछ उपलब्ध आंकड़ो से पता चलता है कि मखाने की खेती कुल 13,000 हेक्टेयर क्षेत्रफल में होती है। मखाने गुड़ी की कुल उत्पादन 23,400 टन है, जिससे कि 9,360 टन मखाना लावा बनाया जाता है। घरेलू बाजार में 9,360 टन लावा की कुल कीमत लगभग 1,123 करोड़ रूपया है।

मखाना उत्पादन का आर्थिक विश्लेषण

मखाना उत्पादन का आर्थिक विश्लेषण एवं शुद्ध लाभ का ऑकलन किया गया है जिसे नीचे दर्शाया गया है:–

1. परंपरागत विधि (स्थिर जल क्षेत्र में) सिर्फ मखाना ₹ 48,960/–
2. एकीकृत कृषि प्रणाली प्रारूप में मखाना उत्पादन (तालाब पारितंत्र) ₹ 88,910/–
3. फसल प्रणाली प्रारूप में मखाना उत्पादन
4. मखाना के साथ मछली और सिंघाड़ा ₹ 88,790/–
5. मखाना के बाद बरसीम (चारा) ₹ 98,465/–
6. मखाना के बाद धान और गेहूँ की फसल ₹ 1,22,570/–
7. मखाना उत्पादन के प्रत्येक पद्धति का आर्थिक विश्लेषण सारणी 1 से 3 (अ से स) में दर्शाया गया है।

सारणी 1. मखाना उत्पादन की परंपरागत विधि का आर्थिक विश्लेषण

मदों का नाम	प्रति इकाई दर (₹)	कुल मूल्य (₹)
लागत मूल्य (₹./हे.)		
एक वर्ष के लिए जमीन का भाड़ा	15,000	15,000
बीज (80 कि. ग्रा.)	70	5,600
निकौनी (12 मजदूर)	120	1,440
फसल की कटनी (प्रति टन)	15,000	27,000
परिवहन खर्च	1,000	1,000
कुल लागत		**50,040**
प्राप्ति (आउट पुट) औसत बीज उत्पादन (1.8 टन/हे.)	55,000 (@ ₹ 55 प्रति कि. ग्रा.)	**99,000**
शुद्ध लाभ		**48,960**

सारणी 2 मखाना उत्पादन की एकीकृत खेती प्रणाली मोड का आर्थिक विश्लेषण

मदों का नाम	प्रति इकाई दर (₹)	कुल खर्च (₹)
लागत मूल्य (₹/हे.)		
एक वर्ष के लिए जमीन का भाड़ा	15000	1,5000
बीज (80 कि. ग्रा.)	70	5,600
निकौनी (12 मजदूर)	120	1,440
फसल की कटनी (1.6 टन)	15000 प्रति टन	24,000
परिवहन खर्च	1000	1,000
उप कुल योग		**47,040**
मछली एकीकरण		
5000 ॲंगुलिकाएँ	1.50 प्रति अँगुलिका	7,500
मछली निकासी का खर्च	2000	2,000
परिवहन खर्च	1500	1,500
उप कुल योग		**11,000**
सिंघाड़ा 2500 पौधे	1.5 प्रति पौधा	3,750
रोपनी खर्च	1500	15,000
कीट और रोग प्रबंधन	3000	3,000
सिंघाड़ा को निकालना (4 बार)	1500	6,000
परिवहन खर्च (2.5 टन)	3000	3,000
उप कुल योग		**17,250**
कुल लागत		**75,290**

मखाना का औसत बीज उत्पादन (1.8 टन/हे.)	55000 प्रति टन @ 55.00 ₹ प्रति किग्रा की दर से	88,000
मछली 0.26 टन/हे. सिंघाड़ा 15.0 टन /हे.	120 (प्रति किलोग्राम) 3 (प्रति किलोग्राम)	31,200 45,000
कुल प्राप्तियाँ (₹/हे.)		**1,64,200**
शुद्ध लाभ (₹/हे.)		**88,910**

सारणी 3. फसल प्रणाली प्रारूप में मखाना खेती का आर्थिक विश्लेषण :

(अ) मखाना और सिंघाड़ा

मदों का नाम	प्रति इकाई दर (₹)	कुल मूल्य
लागत मूल्य (मखाना)		
एक वर्ष के लिए जमीन का भाड़ा	15,000	15,000
बीज (20 किग्रा)	70	1,400
नर्सरी निर्माण का खर्च (500 मी.^{2} में)	1,500	1,500
खेत की जोताई पाटा करना और गीली जुताई का खर्च (3 बार)	1,500	4,500
मेढ़ के निर्माण का खर्च	500	500
1.5 टन गोबर की खाद	600	9,000
उर्वरक (125 किग्रा यूरिया, 100 किग्रा डी. ए. पी., 60 किग्रा एम. ओ. पी.)	5 प्रति किग्रा, यूरिया, 11 प्रति किग्रा, डी. ए. पी. और 11प्रति किग्रा. एम.ओ.पी.	2,385.00
कीट और रोग प्रबंधन	2,000	2,000
सिंचाई (5)	2,000	10,000
30 मजदूर (नवजात पौधों को उखाड़ने, रोपने, सिंचाई करने निकौनी करने और पौधों की सुरक्षा करने के लिए)	120	3600
फसल का कटनी (हार्वेस्टिंग) (2.6 टन)	12,000/टन	31,200
परिवहन खर्च	1,000	1,000
अन्य खर्च	5,000	5,000
उप-कुल योग	**87,085**	**87,085**
खेत सिंघाड़ा निर्माण की लागत	1,500	1,500
2500 पौधा	1.5 प्रति पौधा	3,750
रोपनी	1,000	1,000
उर्वरक (100 किग्रा यूरिया, 75 किग्रा डी. ए. पी., 50 किग्रा एम. ओ. पी.)	5 प्रति किग्रा यूरिया, 11 प्रति किग्रा, डी. ए. पी. और 15 प्रति किग्रा. एम.ओ.पी.	1,875

कीट और रोग प्रबंधन	3,000	3,000
सिंचाई (4)	1,000	4,000
सिंघाड़ा की हार्वेस्टिग (4 बार)	1,000/टन	2,000
परिवहन खर्च (20 टन)	5,000	5,000
अन्य खर्च	5,000	5,000
उप-कुल योग	**27,125**	**27,125**
कुल लागत (₹/हे.)		**11,4210**
प्राप्तियाँ		
मखाना का औसत बीज उत्पादन 2.6 टन /हे.	55,000/प्रति टन (₹ 55 प्रति किग्रा)	1,43,000
सिंघाड़ा 20 टन/हे.	3 प्रति किग्रा	60,000
कुल प्राप्तियाँ		**2,03,000**
शुद्ध लाभ (₹ प्रति/हे.)		**88,790**

(ब) मखाना के बाद बरसीम का उत्पादन

मदों के नाम	प्रति इकाई दर (₹)	कुल खर्च (₹)
कुल लागत (मखाना)		87,085
बरसीम		
बीज (20 किग्रा)	140	2,800
जुताई, पाटा करने और कदवा करना (2 बार)	1500	3,000
बीज बोआई	250	250
मेढ़ निर्माण	1,000	1,000
उर्वरक (173 किग्रा डी. ए. पी.)	11/किग्रा डी. ए. पी.	1,900
सिंचाई (7 बार)	1,000	7,000
100 मजदूर (फसल को 5 बार कटनी)	120	12,000
परिवहन खर्च (5 कटनी का)	2,500	12,500
अन्य खर्च	5,000	5,000
उप कुल योग		**45,450**
कुल लागत (₹/हे.)		**1,32,535**
प्राप्तियाँ		1,32,535
मखाना	55,000 प्रति टन	1,43,000
बरसीम कुल चारा उत्पादन (44 टन/हे.)	2000 प्रति टन	88,000
कुल प्राप्तियाँ (₹/हे.)		**2,31,000**
शुद्ध लाभ (₹/हे.)		**98,465**

(स) मखाना के बाद धान एवं गेहूँ का उत्पादन

मदों का नाम	प्रति इकाई दर (₹)	कुल खर्च (₹)
कुल लागत (मखाना)		**87,085**
धान की फसल		
बीज (25 किग्रा)	50	1,250
नर्सरी का निर्माण (500 मी0 में)	800	800
जोताई, पाटा करने और कदवा करने का खर्च (दो बार)	1,500	3,000
उर्वरक (100 किग्रा यूरिया, 75 किग्रा डी. ए. पी., 50 किग्रा एम. ओ. पी.)	5/किग्रा यूरिया, 11/किग्रा डी. ए. पी. और 11/ किग्रा एम. ओ. पी.	1,875
कीट और रोग की रोकथाम	3,000	3,000
सिंचाई (3 बार)	1,000	3,000
30 मजदूर (नर्सरी से पौधों को उखाड़ना, पौधा रोपाई, सिंचाई निराई-गुड़ाई आदि)	120	3,600
फसल की हार्वेस्टिंग (कटनी)	1,200/हे0	1,200
फसल की थ्रेसिंग	2,000	2,000
परिवहन खर्च	1,000	1,000
अन्य खर्च	5,000	5,000
धान फसल का कुल लागत		**25,725**
गेहूँ की फसल		
बीज (100 किग्रा)	30	3,000
पादपनाशी रसायन	1,000	1000
खेत की जोताई, पाटा करने का खर्च (3 बार)	1,000	3,000
बीज बोने का खर्च	1,000	1,000
मेंढ़ बनाने का खर्च	4,000	4,000
उर्वरक (167 किग्रा यूरिया, 130 किग्रा डी. ए. पी., 66 किग्रा एम. ओ. पी.)	5/किग्रा यूरिया, 11/किग्रा डी. ए. पी. और 11/ किग्रा एम. ओ. पी.	3,000
सिंचाई (5)	1,000	1,000
12 मजदूर (उर्वरक डालने और सिचाई के लिए)	120	1,440
फसल की कटाई	1,500	1,500
फसल का थ्रेसिंग	2,000	2,000
परिवहन खर्च	2,000	2,000
अन्य खर्च	2,000	2,000
कुल लागत		2,8940
तीनों फसल का कुल लागत मूल्य		**1,41,750**
प्राप्तियाँ		
मखाना		14,3000
धान		
धान की उपज (बासमती प्रजाति)-4 टन/हे.	13,000 प्रति टन	52,000

पुआल 4.00 टन/हे.	2,000 प्रति टन	8,000
उप कुल योग		60,000
गेहूँ		
अनाज 4.20 टन/हे.	11,000/ टन	46,200
पुआल 5.04 टन /हे.	3,000	15,120
उप कुल योग		**61,320**
उप कुल योग		**61,320**
तीनों फसलों से कुल प्राप्तियाँ (₹/हे.)		**2,64,320**
शुद्ध लाभ (₹/हे.)		**1,22,570**

मखाना का उपयोग

खाद्य उपयोग खाद्य के दृष्टिकोण से, मखाना को श्रेष्ठ सूखा फल समझा जाता है क्योंकि इसमें बहुत से पोषक तत्त्व प्रचुर मात्रा में पाये जाते हैं (सारणी-4)। बीज के खाने योग्य भाग में 12.8%

सारणी 4. मखाना और डिंब प्रोटीन में पाये जाने वाले एमीनों अम्ल की रूप रेखा (ग्राम/16 ग्राम नत्रजन)

एमीनो अम्ल	मखाना		डिंब (अण्डा)	एफ. ए. ओ./डब्लू. एच. ओ. (1973)
	कच्चा	भूना हुआ		
लाइसिन	3.79	4.69	6.70	5.40
हिस्टीडीन	3.15	3.12	3.50	2.50
आर्जीनिन	15.19	16.07	6.70	5.20
एसपार्टिक अम्ल	5.76	5.05	10.40	7.70
थ्रियोनिन	3.34	3.51	5.10	4.00
सेरिन	5.05	5.64	6.00	7.70
ग्लूटामिक अम्ल	16.64	17.06	25.20	14.70
प्रोलीन	4.00	3.24	–	10.70
ग्लाइसीन	3.01	3.28	3.60	2.20
एलानीन	5.50	5.84	3.50	6.10
वेलीन	5.18	5.49	7.50	5.00
सिस्टीन	0.75	1.21	3.00	–
मिथ्योनीन	3.06	2.95	2.30	3.50
आइसोल्यूसिन	4.18	4.80	5.60	4.00
ल्यूसिन	8.34	8.85	8.90	7.00
थाइरोसिन	6.38	2.91	3.60	3.05
फिनाइलएलानीन	5.78	6.12	6.70	3.05
ट्रिपटोफेन	–	एन. डी.	1.50	1.00
अमोनिया	0.90	1.16	–	1.00
प्रोटीन (%)	11.10	11.50	–	–

स्त्रोत: झा एवं सहयोगी (1991)

नमी, 9.7% प्रोटीन, 0.1% वसा, 0.5% खनिज-लवण, 76% कार्ब्रोहाइड्रेट, 1.4 मिलीग्राम/100 ग्राम लौह तत्व और अति अल्प मात्र में कैरोटीन पाया जाता है (सी. एस. आई. आर., 1952)। कच्चे और पॉप्ड बीजों का उष्मीय मान क्रमशः 362 और 328 किलो कैलोरी/100 ग्राम होता है। पोषक तत्व की उपलब्धता के दृष्टिकोण से, मखाना प्रोटीन की गुणवत्ता बहुत से पौधों और जानवरों से प्राप्त प्रोटीन की तुलना में बहुत ही उच्चकोटि की होती है।

खाद्य सामग्रियाँ

पॉप्ड (लावा) मखाना का उपयोग बहुत से स्वादिष्ट (जायकेदार) और पौष्टिक मीठे व्यंजन जैसे मखाना खीर, मखाना सेंवई, मखाना हलवा आदि के निर्माण में किया जाता हैं। इसका उपयोग पुडिंग और दूध से बने मिठाई में भी किया जाता है। मखाना का उपयोग दाल मखानी और सब्जी कढ़ी बनाने में किया जाता है जो बहुत ही स्वादिष्ट होता है। मखाना से रायता भी बनाया जाता है जो खाने में बहुत ही स्वादिष्ट होता है।

तत्काल मखाना खीर मिश्रण

तत्काल मखाना खीर मिश्रण का निर्माण मखाना दूध-चूर्ण, चीनी और आसानी से उपलब्ध होने वाली खाद्य वस्तु से किया जाता है। इलायची चूर्ण, किशमिश और काजू का उपयोग, मखाना खीर मिश्रण के स्वाद बढ़ाने में किया जाता है। ताजा निर्मित मखाना खीर मिश्रण में अनुमानित घटक को सारणी 5 में दिखाया गया है।

सारणी 5 मखाना खीर मिश्रण का अनुमानित घटक

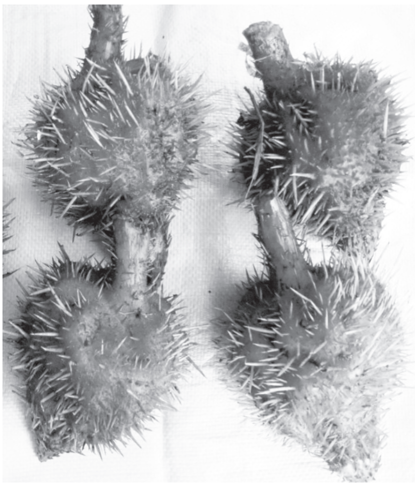
घटक	प्रति 100 ग्राम
ऊर्जा (किलो कैलोरी)	405
प्रोटीन (ग्राम)	11.5
काब्रोहाइड्रेट (ग्राम)	64.7
वसा (ग्राम)	7.6
कोलेस्ट्रॉल	0.05
नमी (ग्राम)	13.9
खनिज (ग्राम)(फास्फोरस, लौह, कैल्सियम आदि)	2.2
संतृप्त वसा अम्ल (ग्राम)	4.36
बहु असंतृप्त वसा अम्ल (एम. यू. एफ., ग्राम)	0.16
एकल असंतृप्त वसा अम्ल (एम. यू. एफ. ए., ग्राम)	1.7
ट्राँस वसा अम्ल (ग्राम)	0.24
कैल्सियम (मिली ग्राम)	303

स्नैकस

स्नैकस तैयार करने के लिए पाप्ड मखाना को देसी घी में भून कर उसमें कुछ मात्रा में नमक और मसाला डाला जाता है। स्नैकस को चाय या कॉफी के साथ परोसा जाता है।

व्यंजन

मणिपुर में, मखाना उत्पादन सब्जी के लिए किया जाता है। इसके लिए अच्छी तरह से विकसित और लगभग पके हुए फलों को फटने के पहले तोड़कर बाजार में सब्जी के रूप में बेचा जाता है। नवजात फल का उपयोग सलाद में किया जाता है जिसे सिंगजू कहा जाता है। पके फलों के बीजों का उपयोग बहुत से स्थानीय स्वादिष्ट व्यंजन जैसे इरोनबा और मोरोकमेटपा बनाने में किया जाता है। इरोनबा (सूप आधारित) और मोरोकमेटपा (बिना सूप के) में खमीरीकृत मछली (स्थानीय भाषा में नगेरी) और लाल मिर्च भी मिलाया जाता है।



मखाना फल (बाएँ) और मणिपुर के बाजार में दूसरे सब्जियों के साथ मखाना फल की बिक्री (दाएँ)

औषधीय उपयोग

भारत और चीन के प्राचीन साहित्य में मखाना के औषधीय गुणों की चर्चा विस्तार से की गई है। इन साहित्यों के अनुसार इस पौधों के प्रत्येक भाग में टॉनिक, संकोचक (कठोर करने वाला) और मल के अवरोध को दूर करने वाला गुण होता है। (ड्रेगनडार्फ, 1898) इसका उपयोग पुराना पेचिश योनि स्त्राव (श्वेत प्रदर), नामर्दी, समयपूर्व और अनैच्छिक वीर्य स्खलन, स्वपन दोष और बार–बार पेशाब से संबंधित वृक्क की कमजोरी के इलाज में किया जाता है। मखाना के बीज का उपयोग बहुत से आयुर्वेदिक औषधि के निर्माण में किया जाता हैं। मखाना वात और पित दोष को घटाता है जिसका उपयोग नपुंष्कता (नामर्दी) के निवारण में किया जाता है। चीन में हर्बल बीज का उपयोग पारंपरिक औषधि के रूप में नामर्दी और जरता को कम करने में किया जाता है।

दास और उनके सहयोगी (2006) ने पाया कि की मखाना में हदयधात से बचने का गुण होता है। यह गुण मखाना में उपस्थित विशेष प्रकार के रसायन की उपलब्धता के कारण होता है जो टी. आर. बी.–32 और टी. आर. एक्स–1 प्रोटीन को उत्तेजित करता है और आर. ओ. एस. को नष्ट करता है मखाना की पत्ती में डुम्मीन नामक ऐल्कलॉइड पाया जाता है जो गठिया रोग में आराम देता है (स्कोलोव, 1952) पत्ती के अर्क का उपयोग प्रसव की पीड़ा को कम करने में किया जाता है। खमीरीकृत चावल को जब मखाना की पत्ती के साथ पकाया जाता है तो उससे प्राप्त पदार्थ का उपयोग करने पर संभोग के समय वीर्यपात देर से होता है जो संभोगानंद के समय को बढ़ा देता है।

औद्योगिक उपयोग

मखाना के बीज में कार्बोहाइड्रेट की मात्रा बहुत अधिक होती है। इसमें एक खास बात यह है कि इसके पॉप्ड बीज में उच्च कोटि का स्टार्च पाया जाता है जिससे इसका उपयोग उच्च कोटि के कपड़े जैसे बनारसी साड़ी और सूती परिधान परे लेप चढ़ाने में किया जाता है।

पशु चारा के रूप में

मखाना प्रसंस्करण उद्योग से प्राप्त भूसी को व्यर्थ पदार्थ माना जाता है। मखाना भूसी पॉप्ड मखाना का 4.98–5.46% होता है। मखाना से प्राप्त भूसी (चोकर) में 89.2% सूखा पदार्थ, 7.1% प्रोटीन, 0.62% वसा और 94.4% कार्बनिक पदार्थ होता है। ऐसा देखा गया है कि मखाना की भूसी मुर्गी चारा (खाना) के सान्द्र खाना का 6% पूरा करता है। इसी प्रकार बकरी एवं अन्य दुधारू पशुओं के रासिब खाद्य पदार्थ का 40% भाग मखाना की भूसी द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है। मखाना भूसी को खिलाने से पक्षियों और पशुधन की शारीरिक वृद्धि, दूध की उत्पादकता और पोषक तत्त्व के पचने की दर बढ़ जाती है।

मखाना का भूसा–मुर्गी का चारा

धार्मिक उपयोग

प्रत्येक धर्म में मखाना को पवित्र और ईश्वरीय वस्तु माना जाता हैं। हिन्दू धर्म में इसका उपयोग सभी धार्मिक समारोहों जैसे हवन, पूजा आदि में किया जाता है। इसके अलावा इसके दैवीय स्वभाव के कारण मखाना को मंदिरों में देवी देवताओं को चढ़ाया जाता है। मखाना अन्न की श्रेणी में नहीं आता है अत: धार्मिक उपवास के समय इसका उपयोग आदर्श भोजन के रूप में किया जाता है।

फसल सुधार

मखाना फसल के आनुवांशिक सुधार के विभिन्न पहलू निम्नलिखित है:

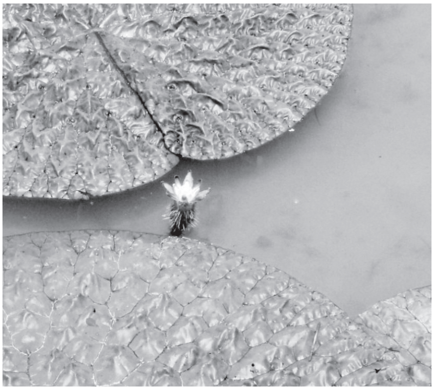
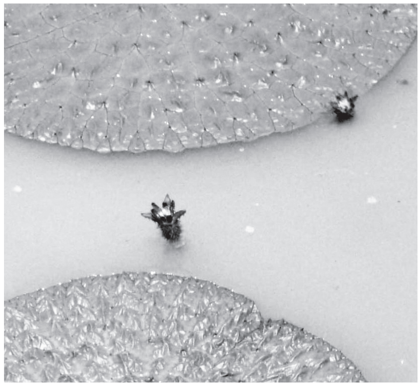
आनुवांशिक विविधता

मखाना का फूल बड़ा, बैंगनी रंग का उभयलिंगी होता है। मखाना पूर्णत: स्वपरागित पौधा होता है जिसके फूलों में निषेचन की क्रिया बहुत पहले ही पानी की सतह के अन्दर हो जाता है। मखाना में सिर्फ एक ही वंश पाया जाता है अत: इसमें आनुवांशिक विविधता कम होती है। (वर्मा एवं सहयोगी, 2010) आनुवांशिक विविधता की कमी के कारण इसमें सुधार नहीं किया गया है। इन बातों को ध्यान में रखकर मखाना के आनुवांशिक विविधता को जानने के लिए बिहार और मणिपुर के विभिन्न स्थानों से प्राप्त 36 जर्मप्लाज्म का अध्ययन किया गया और विभिन्न प्रकार के मात्रात्मक गुणों की पहचान की गयी जो इस प्रकार है:

मात्रात्मक गुण	अवधि/संख्या/मात्र
अंकुरण की अवधि	28 से 35 दिन
फूलो के खिलने के आरंभ होने की अवधि	112 से 126 दिन
फल कटने की अवधि	146 से 156 दिन
प्रति पौधों में लगे फल की वास्तविक संख्या	8 से 15
फल का व्यास	4 से 8 ईंच
प्रति फल में बीजों की संख्या	20 से 200
प्रति फल प्राप्त बीजों का वजन	15 से 150 ग्राम
बीजों का व्यास	0.4 से 1.5 सेमी.
100 बीजों का वजन	40 से 130 ग्राम
प्रति पौधे प्राप्त बीजों का वजन	150 से 1600 ग्राम

प्रजनन

मखाना की कलियों के विशेष गुणों के कारण इसमें पारंपरिक तरीकों से कृत्रिम संकरण कराना संभव नहीं है। अत: मखाना में अनुवांशिक सुधर कृत्रिम चयन के द्वारा ही संभव है इन बातों को ध्यान में रखकर मखाना की उत्पादकता को बढ़ाने के लिए विशुद्ध वंशक्रम के चुनाव का सहारा लिया जा रहा है तथा बहुत से उन्नत वंशक्रम जैसे सेल-1, सेल-5, सेल-13 और सेल-14 का विकास एवं पहचान की गयी है।

मखाना के सेलेक्शन-5 प्रभेद के सफेद फूल (बाएँ) तथा सेलेक्शन-6 प्रभेद (दाएँ) के बैंगनी फूल

अनुसंधान योग्य एवं अन्य मुद्दे

यद्यपि मखाना की उपर्युक्त उत्पादन तकनीकों जैसे मखाना आधारित खेती प्रणाली, आहार उत्पादन प्रणाली के तरीकों आदि का विकास कर लिया गया है फिर भी कई महत्वपूर्ण विषयों को पता लगाना अभी शेष है। खोज के महत्वपूर्ण विषय निम्नलिखित हैं:

- मखाना में प्रजातियों का विकास।
- मखाना उत्पादन करने वाले प्राकृतिक जल राशि और कृषि क्षेत्र के उर्वरता स्थिति के साथ-साथ मखाना फसल के लिए आवश्यक पोषक तत्व की आवश्यकता।
- मखाना तालाब में खरपतवार प्रबंधन।
- मखाना के पौधों को रोगों से बचाने के उपाय का अध्ययन।
- मखाना खेती के समेकित खेती प्रणाली प्रारूप की तकनीकों का ऑकलन और उसका उन्नयन।
- मखाना के साथ कैट फिश (*क्लेरियस बेटरेकस*), मुरेल (*चन्ना स्ट्राइटस* और *चन्ना मुरेल्स*), *एनाबस टेस्टेडुनियस, ओमपेक पाबटा* और *ओमपेक बिमाकुलेटस* आदि का एकीकरण।
- मछुआरा समुदाय के कठिन और उबाऊ कार्य को कम करने लिए मखाना फसल को काटने के लिए मशीन हार्वेस्टर, बीजों को आकार के आधार पर अलग करने वाली मशीन (सीड ग्रेडर)और पॉपिंग मशीन का विकास ।
- मखाना की खेती द्वारा व्यर्थ जल संसाधान का दोहन करना।
- बीजों के आकार और पौध क्षमता के बीच के सम्बन्ध का पता लगाना।
- मखाना प्रजाति के बीजों की जीवन क्षमता का अध्ययन।
- मखाना को पैक करना और उसका भण्डारण करने की उन्नत विधि का विकास।