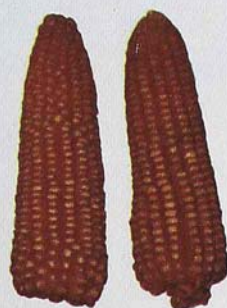


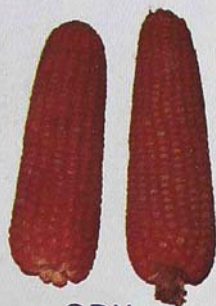
# पोषिलो मकै

## Quality Protein Maize

**S N Shah**  
Senior Scientist  
ARS, Pakhribas



Arun 1



QPM



QPM



CIMMYT.



**Agricultural Research Station**  
Pakhribas, Dhankuta, Nepal

# पोषिलो मकै

## Quality Protein Maize

---

**S N Shah**  
Senior Scientist  
ARS, Pakhribas

---

November 2007



**Agricultural Research Station**  
Pakhribas, Dhankuta, Nepal

Quality Protein Maize (पोषिलो मकै)

९

# पोषिलो मकै

## Quality Protein Maize

### परिचय (Introduction)

नेपालको एक प्रमुख खाद्यवाली मकै हो। नेपाललगायत अन्य विकासोन्मुख देशहरूमा धेरैजसो मानिसहरूले प्रोटीन र क्यालोरी (शक्ति) मकैबाट नै प्राप्त गर्दछन्। नेपालमा यसको खेती ८,३४,२८५ हेक्टर जमीनमा गरिन्छ। नेपालको धरातलीय विविधताका कारण कूल मकैखेती हुने जमीनको ८० प्रतिशत भूभाग पहाडी क्षेत्रअन्तर्गत पर्दछ। यस क्षेत्रको प्रमुख खाद्यान्न-वाली मकै हो। यहाँको ५५ प्रतिशत मानिसको प्रमुख खाद्य-पदार्थ मकै नै हो। यस क्षेत्रका वासिन्दाहरूको जीवन निर्वाहको लागि मकैखेती मुख्य आधार बनेको छ। न्यून आर्थिक स्तर भएका कृषकहरूका लागि मकै बहु-पौष्टिक खाद्यान्न-वाली हो। यसमा धान, गहुँमा भन्दा बढी प्रोटीन, खनिजतत्व, बोसो र कार्बोहाइड्रेट जस्ता तत्वहरू पाइन्छन्। तर मानिसको जीवनयापनको निमित्त आवश्यक पौष्टिक तत्व मकैबाट मात्र पूर्ति हुन सक्दैन, जसले गर्दा फलफूल, दूध, माछामासुको सेवन गर्नुपर्दछ। न्यून आयस्रोत भएका किसानहरूका लागि फलफूल, दूध, माछामासु, दाल तथा गेडागुडी किनेर उपभोग गर्नु कठिन कुरा हो। यस्तो अवस्थामा बहुसंख्यक मानिसहरू पर्याप्त पोषिलो (Under Nutrition) पदार्थहरूको अभावमा जीवन गुजारा गर्न बाध्य छन्। तर हाल आएर मकैवालीमा जीवन निर्वाह गर्नेहरूका निमित्त पर्याप्त मात्रामा पौष्टिक तत्वहरू भएको गुणस्तरीय प्रोटीनयुक्त पोषिलो मकैको विकास भएको छ। साधारण मकैमा भन्दा गुणस्तरीय प्रोटीनयुक्त

पोषिलो मकैमा एमिनो एसिड (Amino Acid), लाइसिन (Lysine) र ट्रिप्टोन (Tryptophan) जस्ता अति आवश्यक तत्वहरू ७० देखि १०० प्रतिशत साधारण मकैभन्दा बढी पाइन्छन् (CIMMYT, 1999) । मकै दाना बनाउने उद्योगहरूमा प्रमुख अंशको रूपमा प्रयोग भइरहेको छ । हाल दाना बनाउने उद्योगहरूका लागि प्रतिदिन ६०० टन मकै चाहिन्छ । त्यसमा २५ प्रतिशत आन्तरिक उत्पादनवाट पूर्ति हुन्छ (Adhikari, 2007) । बाँकी अन्यत्रवाट आयात गरिन्छ ।

### पोषिलो मकैको विकास (Development of QPM)

सन् १९२० को शुरूमा Jones र Singleton ले Opaque-2 gene पत्ता लगाएका हुन् (Prasanna *et. al.*, 2001) । यो जीन (Gene) को विकाससँगै पोषिलो मकैको विकास शुरू भएको हो । यसलाई पौष्टिकताको दृष्टिकोणवाट ढिलो पहिचान गरिएको हो । सन् १९६० सम्म बढी प्रोटीन भएको जातीय छनौट कार्य भइरह्यो । यस विषयमा वैज्ञानिकहरूको सघन कार्यको फलस्वरूप सन् १९६३ मा आएर Opaque-2 gene मा क्रमिक सुधार भई यसमा Lysine र Tryptophan को मात्रा साधारण मकैको भन्दा दोब्बर पाइयो । तत्पश्चात् एशिया, अफ्रिका र ल्याटिन अमेरिकाका धेरै देशहरूमा पोषिलो मकैको जातीय विकास एवम् सुधारको कार्यलगायत व्यापक प्रचारप्रसार भयो । धेरै देशहरूले यसलाई व्यावसायिक रूपले लगाउन थाले । तर पोषिलो मकैको पोषिलोपन Recessive Gene ले नियन्त्रण गरेकोले अन्य मकै नजीक वा सँगै लगाउँदा यसको पोषिलोपनमा ह्रास आउन थाले । यसको अतिरिक्त यो Gene को उपस्थितिले मकैको गेडा (Grain) को आकृतिमा भौतिक परिवर्तन आउने हुनाले यो मकैको लोकप्रियतामा कमी हुँदै गयो । यस्तो हुन नदिन उक्त Gene लाई

सुधार गर्न निरन्तर अनुसन्धान भइरह्यो । फलस्वरूप, परिमार्जित जीन (Modified Gene) पत्ता लाग्यो । उक्त परिमार्जित जीनको उपस्थितिले गेडाको आकारमा आउने परिवर्तनलाई रोकी प्रोटीनको मात्रामा कुनै परिवर्तन आउन नदिने भयो । परिमार्जित जीनको आविष्कारले गर्दा मकैको गेडामा भौतिक परिवर्तन नभई एकनास रहिरहने हुनाले पोषिलो मकैको महत्त्व बढ्न गई यस क्षेत्रमा ठूलो क्रान्ति नै ल्याएको हो । यो जीन अन्तर्राष्ट्रिय मकै तथा गहुँ सुधार केन्द्र (CIMMYT) का वैज्ञानिक द्वय श्री सुरेन्द्रकुमार वसल र श्री इमानगेलीना भीलेगारले पत्ता लगाएवापत दुवैलाई संयुक्त रूपमा World Food Prize, 2000 बाट सम्मानित गरिएको छ ।

### पौष्टिक महत्त्व (Nutritive Value)

खाद्यान्न-बालीअन्तर्गत मकै पोषिलो बालीमा गन्ती हुन्छ । साधारणतया यसमा ८-१२ प्रतिशत प्रोटीन पाइन्छ । प्रोटीनमा अति आवश्यक एमिनो एसिड, लाइसिन र ट्रिप्टोफ्यान हुन्छ, जुन मानिस, बँगुर तथा कुखुराले आफै बनाउन सक्दैन । लाइसिन र ट्रिप्टोफ्यानयुक्त प्रोटीन धेरै पोषिलो हुन्छ । साधारण मकैमा भएको प्रोटीन दूधको प्रोटीन (Casein) को ४० प्रतिशत जति पोषिलो हुन्छ भने प्रोटीनयुक्त मकैमा साधारण मकैभन्दा प्रोटीन खासै बढी हुँदैन (तालिका २) । तर, यसको प्रोटीनमा लाइसिन र ट्रिप्टोफ्यानको मात्रा साधारण मकैमा भन्दा ७०-१०० प्रतिशत बढी पाइने भएकोले दूधको प्रोटीनको ९० प्रतिशत बराबर पोषिलो हुन्छ । त्यसैले यसमा भएको प्रोटीन बढी पोषिलो हुने भएकाले यसलाई 'गुणस्तरीय प्रोटीनयुक्त मकै', अथवा 'पोषिलो मकै' भनिन्छ । यसलाई अंग्रेजीमा Quality Protein Maize (QPM) भनिन्छ । संक्षिप्तमा क्यू.पी.एम. (QPM) भन्ने चलन बढी छ । पोषिलो मकैमा

Opaque-2 वंशाणुले मकैको पोषिलोपन नियन्त्रण गर्ने भएकोले यसलाई ठाउँ-ठाउँमा ओपेक-२ (Opaque-2) मकै पनि भनिन्छ ।

सामान्यतया पोषिलो मकै र साधारण मकैको वोटमा फरक छैन । यसै गरी दानाको रङ्ग र साइज तथा पातको रङ्ग र साइजमा पनि फरक छैन । दुवै मकै तागत प्रदान गर्ने दृष्टिकोणले फरक छैनन् । तर ओपेक-२ मकैको प्रोटीनमा उपलब्ध आवश्यक एमिनो एसिडले गर्दा यो मकै वढी पौष्टिक हुन्छ । यसको प्रोटीनको सुपाच्यता (Digestibility) साधारण मकैको भन्दा वढी छ । उदाहरणको लागि साधारण मकै ४८ ग्राममा प्रोटीन प्राप्त हुने गरी सेवन गरेको खण्डमा ३९.४ ग्राम शरीरमा सोसिन्छ भने बाँकी ८.६ ग्राम मल भएर बाहिर निस्कन्छ । तर त्यतिकै प्रोटीन प्राप्त हुने गरी ओपेक-२ मकै सेवन गरेमा ४४.२ ग्राम शरीरमा सोसिन्छ र ३.८ ग्राम मात्र मलबाट खेर जान्छ । सोसिएको प्रोटीनको साधारण मकैमा १७.७ ग्राम, ओपेक-२ मकैमा ३५.४ ग्राम रहिरहन्छ । बाँकी मलमुत्र भएर खेर जान्छ । यसको आधारमा साधारण मकैको जैविक महत्त्व ४५ प्रतिशत र ओपेक-२ मकैको ८० प्रतिशत हुन्छ । यसरी साधारण मकैको प्रोटीनको उपयोग ३७ प्रतिशत मात्र हुन्छ भने ओपेक-२ मकैको ७४ प्रतिशत हुन्छ ।

पोषिलो मकैको प्रोटीन दूधको प्रोटीन जतिकै उपयोगी छ । बालबालिकाहरूमा दूधसँग ओपेक-२ तथा साधारण मकै दुवै प्रयोग गरी गरिएको तुलनात्मक अध्ययन-अनुसार ओपेक-२ मकैमा दूधमा भएको पौष्टिकता बराबर नै पौष्टिक तत्त्व रहेको नतीजा प्राप्त भएको छ । (हेर्नुहोस् तालिका १) ।

तालिका १ : बच्चाहरूलाई सुवाइष्टको QPM र साधारण मकैको तुलनात्मक नाइट्रोजन अध्ययन

प्रोटीन	Protein Digestibility %	Net Protein Utilization %	Biological Value %	Nitrogen Source Retention (g/day)
दूधको प्रोटीन (Casein)	९८	७५	७७	१.८१
ओपेक-२ (QPM)	९१	८९	७६	१.५२
साधारण मकै	७८	३६	४७	०.९३

High Lysine and Tryptophan Source : Pradilla *et. al.*, 1973

मकैवालीमा जीविका निर्वाह गर्नेहरूले शक्ति सन्तुलित बनाई राख्नका निमित्त वयस्क मानिसका लागि दैनिक २५० ग्राम ओपेक-२ उपभोग गरे पुग्छ। तर साधारण मकै भने ५४७ ग्राम आवश्यक पर्दछ। साधारण मकै ५४७ ग्रामबाट जम्मा एमिनो एसिड बढी मात्रामा प्राप्त भए पनि आवश्यक एमिनो एसिडहरू सन्तुलित मात्रामा मात्र प्राप्त भएको छ।

ओपेक-२ मकै २५० ग्राम र साधारण मकै ५४७ ग्रामबाट प्राप्त हुने एमिनो एसिडहरू प्रतिशतको हिसाबले Isolucine र Leucine दुवै मकैमा बराबर भए पनि प्रोटीनलगायत अन्य एमिनो एसिडहरूका हिसाबले धेरै फरक छ। (हेर्नुहोस् तालिका २)।

तालिका २ : संतुलित शक्तिको लागि ओपेक-२ र साधारण मकै उल्लेखित मात्रामा सेवन गर्दा प्राप्त प्रोटीन र एमिनो एसिड

मकै	मकै	
	ओपेक-२	साधारण
	२५० ग्राम (%)	५४७ ग्राम (%)
प्रोटीन (Protein)	२७.९ (११.१७)	३.८० (८.१)
आइसोलेसिन (Isoleucine)	१.०१ (०.०४)	२.०० (०.३६)
लेउसिन (Leucine)	२.७० (१.००)	५.६० (१.०२)
लाइसिन (Lysine)	१.३४ (०.५३)	१.२५ (०.२२)
मेथियोनाइन (Methionine)	०.६० (०.२४)	०.८० (०.१४)
कास्टाइन (Cystine)	०.५५ (०.२२)	०.५६ (०.१०)
फेनिलालानाइन (Phenylalanine)	१.३३ (०.५३)	१.९६ (०.३५)
टाइरोसिन (Tyrosine)	१.१४ (०.४५)	१.६४ (०.२९)
थ्रेउनाइन (Threonine)	१.१० (०.४४)	१.७२ (०.३१)
ट्राइप्टोफन (Tryptophan)	०.३९ (०.१५)	०.२६ (०.०४)
भालाइन (Valine)	१.५४ (०.६१)	२.०० (०.४०)
जम्मा	११.७०	१८.९९

Source : Clark et. al., 1967, Kies, Williams and Fox, 1965

एउटै स्तरको पोषकतत्व भएको दाना बनाउँदा प्रोटीनयुक्त मकैमा लाइसिन र ट्रिप्टोफ्यानको मात्रा बढी हुने भएकोले पोषिलो मकै साधारण मकैको आधा मात्र चाहिन्छ। यसरी यो मकैको प्रयोगबाट उत्पादन लागत र ढुवानी खर्चमा कमी आउँछ (Boateng, 2002)।

अफ्रिकी महादेशको एक देश घानामा वंगुरपालनमा गरिएको परीक्षणको नतीजा-अनुसार पोषिलो मकैयुक्त दाना खुवाइएको बगुर साधारण मकै खुवाइएको भन्दा चाँडै बढ्ने, रोग कम लाग्ने, आकर्षक देखिएको थियो। त्यसै गरी ४ देखि २३ महीना उमेर भएको बालबालिका-हरूलाई पोषिलो र साधारण मकैको लिटो खुवाइएकोमा साधारण मकैको



लिटो खुवाइएको भन्दा पोषिलो मकैको लिटो खुवाइएको बालबालिकाहरूको तौल र उचाइ बढी पाइनुका साथै विरामी पनि कम भएको रेकर्ड गरिएको छ। कृषि अनुसन्धान केन्द्र, पाखीवासमा सन् २००६ मा गरिएको परीक्षणमा पोषिलो मकैयुक्त दाना खुवाइएको ब्वाइलर कुखुरा तुलनात्मक दृष्टिकोणले तौल बढी भएको र रोग कम लागेको पाइयो।

एशिया, ल्याटिन अमेरिका र अफ्रिकी महादेशको धेरै जसो देशहरूमा मकैको जातीय विकासको कार्य शुरू भएर Open Pollinated Variety (OPV) र वर्णशंकर (Hybrid) जातहरूको विकास गरी सिफारिश गरिएको छ। तर हाम्रो देशमा सन् २००० पछि जातीय छनौटको कार्य CIMMYT को सहयोगमा पहाडी मकैवाली अनुसन्धान परियोजना-अन्तर्गत राष्ट्रिय मकैवाली अनुसन्धान कार्यक्रम, रामपुरलगायत अरू अनुसन्धान केन्द्रहरूमा सञ्चालित छन्। कृषि अनुसन्धान केन्द्र, पाखीवासमा ३-४ वर्षको जातीय छनौटको आधारमा तल उल्लिखित जातहरू सिफारिश हुनयोग्य देखिएका छन्। जातहरूबारे संक्षिप्त जानकारी तल दिइएको छ।

परीक्षणबाट प्राप्त मध्य-पहाडी क्षेत्रको लागि पोषिलो मकैका उत्कृष्ट जातहरू:

**१. एस.९९ टी.एल.वाई.व्यु.-ए.बी. (S99TLYQ-"AB")**

- उत्पादन ६ टन प्रतिहेक्टरसम्म।
- घोगा बीच भागभन्दा अलि माथि लागेको।
- बोट र घोगाको हिसाबले राम्रो र रोग सहने क्षमता भएको।
- पाक्ने अवधि देउती मकैभन्दा १० दिनअघि।
- मकैको दानाको रङ्ग पहेंलो।

**२. एस.ओ.आई.एस.आई.डब्लु.क्यु.-२ (SOISIWQ-2)**

- प्रतिहेक्टर उत्पादन क्षमता ६ टन प्राप्त भएको ।
- वोट तुलनात्मक दृष्टिकोणले होचो भएको ।
- पाक्ने अवधि देउतीभन्दा करीव १ हप्ता अघि ।
- तुलनात्मक दृष्टिकोणबाट रोग सहन सक्ने क्षमता वढी भएको ।
- घोगा र वोटको दृष्टिकोणले राम्रो भएको ।
- मकैको दानाको रङ्ग सेतो भएको ।

**३. एस.९९ टी.एल.वाई.क्यु.-बी. (S99TLYQ-"B")**

- वोटको उचाइ २६० से.मी. रहेको ।
- परीक्षण प्लटमा प्राप्त उत्पादन प्रतिहेक्टर ६,२२५ के.जी.।
- पाक्ने अवधि १४० देखि १४५ दिन ।
- घोगा र वोटको दृष्टिकोणले सन्तोषजनक रहेको ।
- मकैको दानाको रङ्ग सेतो रहेको ।

**४. एस.९९ टी.एल.डब्लु.क्यु.एच.जी.-ए.बी. (S99TLWQ HG- "AB")**

- पाक्ने अवधि मनकामना-३ बराबर १३५-१४० दिन ।
- परीक्षणबाट प्राप्त उत्पादन प्रतिहेक्टर ५.९ टन ।
- घोगा र वोटको दृष्टिकोणले राम्रो ।
- घोगा र वोटको उचाइ मनकामना-३ भन्दा थोरै होचो ।
- घोगा लगभग वोटको बीचमा लागेको ।
- मकैको दानाको रङ्ग सेतो ।

**५. एस.९९ टी.एल.वाई.क्यु.-ए (S99TLYQ-"A")**

- उत्पादन क्षमता ७.४ प्रतिहेक्टरसम्म प्राप्त भएको ।
- घोगा खोष्टाले राम्ररी छोपिएको, आकर्षक र बीच भागभन्दा अलिक माथि लागेको ।

- बोटको उचाइ २७० से.मी. ।
- पात डढुवा र सीट ब्लाइट सहनशील ।
- मकैको दानाको रङ्ग पहेंलो ।

नोट : एस.९९ टी.एल.डब्लु.क्यु.एच.जी.-ए.बी. (S99TLWQH-"AB") र एस.९९ टी.एल.वाई.क्यु.-ए.बी. (S99TLYQ-AB) दुवै जातहरू बीउ उत्पादन कार्यक्रममा समावेश गरिएका छन् ।

### खेती गर्ने तरिका (Methods of Farming)

पोषिलो मकै र साधारण मकैखेती गर्ने तरिकामा फरक छैन; साधारण मकैको खेती गरेजस्तै पोषिलो मकैको खेती गर्न सकिन्छ । तर, साधारण मकै लगाएको ठाउँको वरपर नलगाई छुट्टै ब्लक/प्लट वा २०० मीटरको दूरीमा लगाउँदा पोषिलो मकैको गुणमा ह्रास आउने सम्भावना कम भएर जान्छ । एकै ठाउँमा सँगै लगाउँदा साधारण मकै भएको ठाउँतिरको पोषिलो मकैको गुणमा ह्रास हुन सक्छ । तसर्थ, छुट्टै वा २०० मीटरको दूरीमा वा पाक्ने अवधि एउटै भए १५ दिनको फरकमा लगाउन सिफारिश गरिन्छ ।

## केही परिभाषाहरू (Some Definitions)

### शुक्राणु (Gamete)

शुक्राणु Meiosis cell division मा spore बाट उत्पन्न हुन्छ । यसलाई haploid cell पनि भनिन्छ । यो संयोग-मिलाप (Fertilization : Union of male and female gametes in sexual reproduction) मा भाग लिन्छ ।

### DNA (Deoxyrebo nucleic acid)

DNA कोषको nucleus मा रहेको chromosome मा हुन्छ । यसको आधारभूत इकाई (Basic unit – structure) nucleotide हो । Nucleotide, Phosphate, Sugar (ribose missing OH group at carbon 2) र Nitrogen bases (2 purines र 2 pyrimidines) ले बनेको हुन्छ । यसरी DNA Phosphodiester bond द्वारा Nitrogen bases र Sugar लाई Phosphate सँग जोडिएको धेरै Nucleotides बाट बनेको हुन्छ । त्यसैले यसलाई Polynucleotide पनि भनिन्छ ।

### वंशाणु (Gene)

वंशाणु पैतृक गुण सार्ने एउटा इकाई एवम् DNA को एउटा अंश हो । एउटा वा बढी वंशाणुले गुण (Character) प्रकट हुने कार्यलाई नियन्त्रण गर्दछ । यो कोष (Cell) को Chromosome मा रेखीय ढाँचामा रहेको हुन्छ ।

### **विकल्प बंशाणु (Allele)**

Allele एकै बंशाणुको विकल्प रूप हो। यहाँ gamete "Aa" मा A र a बंशाणुका (Gene) को दुई विकल्प रूप हुन्।

### **OPV (Open Pollinated Varieties)**

राम्रो भनिएको र धेरै जसो गुणहरूमा एकरूपता रहेको जातहरूको कुनै गुणमा परिवर्तन ल्याउने वा सुधार गर्ने उद्देश्यले ती जातहरूबीच खुल्ला परागसेचनको माध्यमबाट बनाइएको पर-परागसेचन वालीको जातलाई OPV भनिन्छ।

### **सुधारक बंशाणु (Modified Gene)**

यो बंशाणुले आफ्नो आकृति वा रूपमा परिवर्तन (Phenotypic change) ल्याउँदैन। तर धेरै असर ल्याउने वा हुने बंशाणु (Oligogene) को स्पष्टता (Expressing) मा परिवर्तन ल्याउँछ।

### **अप्रभावकारी बंशाणु (Recessive Gene)**

फरक किसिमको Allele हरू भएको अवस्थामा आफ्नो उपस्थिति प्रकट गर्न नसकिनेलाई Recessive gene भनिन्छ। जस्तै: Aa दुई वटा Allele मिलेर बनेको छ। यहाँ a ले आफ्नो गुण प्रकट गर्न सक्दैन र A को गुण उजागर हुन्छ।

### **वर्णशंकर (Hybrid)**

दुई फरक जातहरू बीच cross गराउँदा उत्पन्न भएको पहिलो सन्ततिलाई वर्णशंकर (Hybrid) भनिन्छ। त्यसबाट बनेको जातलाई वर्णशंकर जात (Hybrid variety) भनिन्छ।

### जैविक महत्त्व (Biological Value)

सोसिएको नाइट्रोजन (Absorbed Nitrogen) को त्यो मात्रा, जुन विभिन्न परिवर्तनसँग सम्बन्धित कार्यहरू (Metabolic Actions) का लागि अति आवश्यक एमिनो एसिड प्रदान गर्दछ। यो प्रतिशतमा जनाइन्छ।

जैविक महत्त्व =  $100 / \text{सोसिएको नाइट्रोजन} \times \text{जीउमा रहरहेको नाइट्रोजन (Retained Nitrogen)}$ ।

### सारांश (Summary)

साधारण मकैको तुलनामा पोषिलो मकै बढी पौष्टिकयुक्त भएको हुँदा मानिसको स्वास्थ्यलगायत पशुपक्षीको स्वास्थ्यमा पनि अनुकूल प्रभाव पार्दछ। दाना बनाउन पनि कम खर्च लाग्छ। यसरी पोषिलो मकैको फाइदा र महत्त्वको आधारमा यसको उपयुक्त जातको सिफारिश एवम् त्यसको बीउको व्यवस्थापनमा जोड दिनुपर्छ। यसको अतिरिक्त त्यसको व्यापक प्रचार-प्रसारको आवश्यकता छ।

## सन्दर्भ सामग्रीहरू (References)

- Abbena Akuamoa Boatang. 2002. Quality Protein Maize infant feeding trial in Ghana. Ghana Health Service-Ashanti, Ghana. Okai, D.B. Osei, Tuah, A.K., et. al. (1995) : Quality Protein Maize as the main source of energy and amino acids in the diet of starter pigs. Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference of the Ghana Animal Science Association.
- B.M. Prasanna, S.K. Vasa, B. Kassahun and N.N. Singh. 2001. Quality Protein Maize. Current Science, Vol. 81, No. 10, 25 November 2001. pp 1308-1319.
- Hugo Gordova and Mike Listmen. 2001. Quality Protein Maize : Improved nutrition and livelihood for the poor. Sustainable maize seed production systems for Nepal. In : Rajbhandari, et. al. (Eds). Proceedings of maize symposium held 3-5 December 2001, Kathmandu, Nepal : NARC and CIMMYT. pp 2-3.
- CIMMYT. 1999. 1999 Progress Report : Tentative work plan for 2000 "The improvement and promotion of Quality Protein Maize in selected developing countries" Nippon Foundation, CIMMYT. p 2.
- Adhikari, K. 2007. Maize in Nepal : Research dissemination, strategy for food and seed security. In : Vista and Shah (Eds). Proceedings of hill maize research project partnership meeting. Agricultural Research Station, Pakhribas, Dhankuta. 1-2 November 2006. CIMMYT, ARS, Pakhriobas, SDC-Nepal. pp 16-22.



