

---

# DEVELOPMENT ECONOMICS AND POLICY

Series edited by Joachim von Braun, Ulrike Grote and Manfred Zeller

---

76

## Impact of Technological Innovation on the Poor

Integrated Aquaculture-Agriculture  
in Bangladesh

Abu Hayat Md. Saiful Islam

## Abstract

Integrated aquaculture-agriculture (IAA) is not a new or distinctive feature of farm households in Asia, however, innovations in IAA may make it a potentially sustainable intensification option for poor smallholder farmers in Asia, including Bangladesh. Taking this into consideration, this study hypothesised that relative to alternative options (e.g. rice monoculture) IAA has a potential role in improving livelihoods and poverty reduction among marginalized poor indigenous peoples of Bangladesh. IAA is a 'system technology' that potentially could be adopted by conventional rice, fish, poultry and livestock producers. The study examined the dynamics of IAA value chain participation by using a combination of three-year (2007, 2009 and 2012) panel data and one-year cross-sectional survey (2012) data from indigenous households in the northern and north-western regions of Bangladesh.

Based on the cross-sectional survey data from primary actors along rice-fish based IAA value chains, value chain mapping showed that there is little processing (mainly icing, grading and transportation) by value chain actors and that harvested fish are typically delivered to market or end consumers within a very short period (typically the same day). The quantitative results of gross margin, partial budgeting, and gender-based employment analyses indicate that replacing rice monoculture systems with rice-fish based IAA systems would likely result in positive socio-economic impacts. A strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) analysis combined with value chain and partial budgeting analyses were applied to identify the technology, policy, and institutional level barriers that should be taken into account for realizing the full potential of rice-fish based IAA value chain development.

Technology adoption is a dynamic process, but the underlying dynamics have seldomly been studied using empirical approaches. In contrast, we examined IAA value chain participation dynamics and the factors that distinguish among non-participants, continuous participants, and those who begin but later discontinue participation (dis-participants) using different panel estimation methods (e.g. multinomial logit, random effects, and correlated random effects logit regression analyses) to control for omitted variables and endogenous regressors that very often are not possible to identify or may be ambiguous from cross-sectional studies. The results are consistent with determinants cited in the literature; more educated and larger households with better access to extension services and market information that participate in community-based organisations (CBO) are more likely

to participate and continue participating in IAA value chain activities. Importantly, farm size and farm income did not appear to be positive significant determinants of IAA value chain participation, suggesting that IAA value chain activities are appropriate for resource-poor households. The results also indicate that distinct factors were associated with continuous participation and dis-participation in IAA value chain activities, especially for actors involved in upstream and downstream value chain activities. Important determinants of dis-participation were the age of household heads, the number of assets, farm size, fisheries income, and non-farm income.

After controlling for endogeneity of IAA value chain participation and unobserved heterogeneity using standard fixed effects and Heckit panel models, as well as control function approaches with three-wave panel data, the results indicated that IAA value chain participation was positively correlated to household income and consumption frequency of some goods, particularly fish, and that the benefits of participation did not continue to accrue after discontinuing participation in IAA value chains. We found evidence that IAA value chain participation had greater welfare impacts on relatively wealthier households that participated in production related activities than on landless, extremely poor households that participated in upstream and downstream value chain activities.

Assessment of the comparative socio-environmental impacts of rice monoculture and rice-fish based IAA practices based on cross-sectional survey data on plot level inputs and outputs, and farmer perceptions suggests that rice-fish based IAA is a sustainable alternative to rice monoculture. Although farmers were well aware of the more negative socio-environmental impacts of rice monoculture compared to rice-fish based IAA systems, their perceptions were limited to visible impacts such as the incidence of disease and crop pests, changes in soil structure, the relative quantities of beneficial organisms, soil fertility, fish harvests, etc. The results of the Tobit regression and propensity score matching (PSM) methods showed that the adoption of rice-fish based IAA systems was positively associated with farmer awareness of the negative impacts of rice monoculture. Promotion of the 'farmer field school' type institutional training approaches and infrastructure development may also play positive roles in raising awareness about the adverse socio-environmental impacts of rice monoculture. Overall the study results demand broader attention. A key general message is that, although the results reveal that the gains from IAA value chain participation remain substantial, many smallholders were not able to participate in IAA value chains or could not sustain their participation due to various factors.

# Zusammenfassung

Integrierte Produktionssysteme aus Aquakultur und Landwirtschaft (IAA) sind keine neuen oder besonderen Merkmale von bäuerlichen Haushalten in Asien. Innovationen der IAA bieten jedoch eine nachhaltige Option zur Intensivierung der Landwirtschaft für arme Kleinbauern in Asien, darunter auch Bangladesch. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen stellt diese Studie die These auf, dass IAAs verglichen mit anderen Alternativen (z.B. Reismonokultur) das Potential besitzen, die Lebensumstände der marginalisierten, indigenen und armen Bevölkerung in Bangladesch zu verbessern und Armut zu bekämpfen. IAA als ‚Systemtechnologie‘ kann von konventionellen Reis-, Fisch-, Geflügel- und Nutztierproduzenten angewandt werden. Diese Studie untersucht die Dynamiken der Partizipation in IAA-Wertschöpfungsketten mit einer Kombination aus Paneldaten, die in drei Zeitabschnitten erhoben wurden (2007, 2008 und 2012), und Querschnittsdaten für das Jahr 2012 von indigenen Haushalten im Norden und Nordwesten von Bangladesch.

Auf Grundlage detaillierter Querschnittsdaten der Hauptakteure entlang der auf Reis-Fisch basierten IAA Wertschöpfungskette, wurde durch die Nachzeichnung der Wertschöpfungskette aufgezeigt, dass nur eine geringe Verarbeitung durch die Akteure in dieser stattfindet. Hierzu zählen wozu hauptsächlich Vereisung, Qualitätseinstufung und Transport. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass gefangener Fisch innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums (üblicherweise am gleichen Tag) zum Markt oder dem Endverbraucher geliefert wird. Insgesamt weisen die quantitativen Ergebnisse bezüglich Bruttogewinn, Teilbudgetierung und der geschlechtsspezifischen Beschäftigungsanalyse darauf hin, dass das Ersetzen von Reismonokultursystemen durch Reis-Fisch basierte IAAs positive Effekte mit sich bringt. Eine SWOT (Stärke, Schwächen, Möglichkeiten und Gefahren)-Analyse in Kombination mit der Untersuchung von Wertschöpfungsprozessen und Teilbudgetierungen wurde angewandt, um die Technologie sowie politische und institutionelle Hürden zu identifizieren, die bei der Entwicklung von Reis-Fisch basierten IAA Wertschöpfungsketten zur Ausnutzung des vollen Potenzials einbezogen werden sollten.

Dynamiken der technologischen Anpassung wurden bislang selten empirisch untersucht. Diese Studie analysierte die Teilnahmeentwicklungen an IAA Wertschöpfungsketten einschließlich der Unterschiede, die sich zwischen Nicht-Teilnehmern, beständigen Teilnehmern und denen, die mit der Teilnahme beginnen aber diese später unterbrechen, anhand unterschiedlicher Panelschätzmethoden

(z.B. Multinomiale logistische Regression, Random-Effects-Modell und korrelierte logistische Random-Effects-Reggressionsanalyse) erkennen lassen. Somit konnten fehlende und endogene Variablen kontrolliert werden, deren Identifizierung häufig nicht möglich oder deren Effekt in Querschnittsanalysen mehrdeutig ist. Die Ergebnisse stimmen mit den in der einschlägigen Literatur genannten Determinanten überein. Hierzu zählt, dass für besser ausgebildete, größere Haushalte, mit einem besseren Zugang zu Beratungsdiensten und Marktinformationen, in welchen die Mitglieder in gemeinschaftsbasierten Organisationen sind, die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme und Fortführung an den Aktivitäten der IAA Wertschöpfungsketten höher ist. Wichtig ist, dass sich Betriebsgröße und landwirtschaftliches Einkommen nicht als positive, signifikante Determinanten der IAA Wertschöpfungsteilnahme erwiesen haben. Diese Erkenntnis lässt annehmen, dass die Aktivitäten im Rahmen des IAA Wertschöpfungsprozesses für ressourcenarme Haushalte angemessen sind. Die Ergebnisse weisen zudem darauf hin, dass unterschiedliche Faktoren mit der beständigen Teilnahme und dem Abbruch der Teilnahme an IAA-Wertschöpfungsprozessen zusammenhängen. Dies gilt insbesondere für Akteure, die in vor- und nachgeschaltete Wertschöpfungsaktivitäten einbezogen sind. Wichtige Determinanten der Nicht-Teilnahme sind das Alter des Haushaltsvortandes, die Anzahl an Besitztümern, die Größe des Betriebes sowie die Einnahmen durch Fischerei und nicht-landwirtschaftliche Tätigkeiten.

Die Endogenität der IAA-Teilnahme und die unbeobachteten Heterogenität wurden durch die Anwendung des Standard Fixed Effect-Modells, des Heckit Panel Modells und Kontrollfunktionsmethoden mit drei-periodigen Paneldaten kontrolliert. Die Ergebnisse weisen auf eine positive Korrelation der Beteiligung an IAA-Wertschöpfungsprozessen mit Haushaltseinkommen und der Konsumhäufigkeit verschiedener Güter (insbesondere Fisch) hin. Die Vorteile der Teilnahme wachsen jedoch nicht an nach dem Abbruch der Partizipation an IAA-Wertschöpfungsprozessen.

Die Bewertung der komparativen sozio-ökonomischen Auswirkungen von Reismonokultur und Reis-Fisch basierten IAA Praktiken durch Nutzung von Querschnittsdaten auf flächenbezogene Inputs und Erträge sowie Einblicke in die Sichtweise der Bauern legen nahe, dass Reis-Fisch basierte IAAs eine nachhaltige Alternative zur Reismonokultur darstellen. Auch wenn Bauern über die negativen sozio-ökonomischen Effekte der Reismonokultur im Vergleich zu Reis-Fisch basierten IAAs gut informiert sind, sind deren Einschätzungen auf sichtbare Auswirkungen wie etwa das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, Veränderungen im Grad der Bodenverdichtung, der relativen Menge an nützlichen Organismen, der Bodenfruchtbarkeit und der Menge des Fischfangs usw. begrenzt. Die Ergebnisse heben zusätzlich die Erkenntnisse der Tobit Regression und der

Propensity Score Matching (PSM) Methode hervor. Diesem zufolge hilft die Anwendung von Reis-Fisch basierten IAAs dabei das Bewusstsein der Bauern für negative Auswirkungen der Reismonokultur zu verbessern. Die Förderung von institutionellen Trainingsmethoden in Form von Schulungen, sowie die Weiterentwicklung der Infrastruktur werden ebenfalls eine positive Rolle bei der Wahrnehmung negativer sozio-ökonomischer Auswirkungen der Reismonokultur haben. Insgesamt erfordern die Untersuchungsergebnisse weitere Aufmerksamkeit in der Zukunft. Eine zentrale Aussage ist, dass es vielen Kleinbauern nicht möglich ist, an der IAA Wertschöpfungskette beteiligt zu sein oder die Anwendung fortzuführen, obwohl die Ergebnisse wesentliche Gewinne durch die Anwendung von IAA-Wertschöpfungskettenaktivitäten offenbaren.