

Fruchtfolge – eine Garantie für nachhaltige Erträge

Автор(и): проф. д-р Щелияна Калинова, Аграрен Университет Пловдив

Дата: 17.11.2015 Брой: 11/2015



Die Notwendigkeit der Fruchtfolge ist seit den frühen Stadien der landwirtschaftlichen Entwicklung bekannt. Die ersten Artefakte stammen aus der Römerzeit, als *Vergil* in seinen Werken schrieb, dass nach Hülsenfrüchten höhere Erträge bei Getreidekulturen erzielt werden und dass eine ordnungsgemäße Fruchtfolge dem Land "Ruhe" gibt. Später empfahl *Plinius*, Weizenkulturen mit Lupinen, Wicken und anderen Hülsenfrüchten abzuwechseln.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden mit der raschen Entwicklung der Naturwissenschaften die ersten Versuche unternommen, eine wissenschaftliche Begründung für die Ursachen zu liefern, die die negativen Auswirkungen des kontinuierlichen und mehrjährigen Anbaus von Kulturen auf derselben Fläche bestimmen. Nach dem Schweizer Botaniker *De Candolle* entziehen Pflanzen dem Boden sowohl die Stoffe, die sie benötigen, als auch die, die sie nicht benötigen. Diese selben

Stoffe werden wieder in den Boden abgegeben, reichern sich an und hemmen die Entwicklung wiederholter und nachfolgender Kulturen derselben Art. Dieses Verständnis wurde später in dem Sinne modifiziert, dass Pflanzen über ihre Wurzeln organische Verbindungen ausscheiden, die für nachfolgende Kulturen derselben Art schädlich sind, die jedoch für Kulturen anderer Pflanzen nicht schädlich sind und ihnen sogar als Nahrung dienen. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckten amerikanische Wissenschaftler giftige Substanzen, die von Pflanzenwurzeln ausgeschieden werden. Es stellte sich heraus, dass sie für Pflanzen derselben botanischen Art schädlich sind, weniger schädlich für biologisch verwandte Pflanzen und harmlos für biologisch nicht verwandte Pflanzen.

Mit dem Aufkommen und der Entwicklung der Fruchtwechseltheorie wurde die Notwendigkeit des Wechsels der Kulturen durch die entsprechenden Theorien der Bodenernährung der Pflanzen erklärt. Basierend auf der Theorie der **Humusernährung** der Pflanzen teilten *Wissenschaftler* die Kulturpflanzen in zwei gegensätzliche Gruppen ein – solche, die den Boden mit Humus **erschöpfen**, und solche, die ihn **anreichern**. Zur ersten Gruppe gehören Getreidekulturen mit geschlossenem Stand, zur zweiten – breitblättrige Kulturen (Reihenkulturen, Hülsenfrüchte, mehrjährige Futterpflanzen usw.). Zu dieser Zeit war die Stickstoffbindungsfähigkeit von Hülsenfrüchten und ihre positive Wirkung auf die Folgefrucht noch unbekannt.

Nach der Theorie der **Mineralernährung** werden Kulturpflanzen je nachdem klassifiziert, welches Nährelement den Boden am meisten erschöpft – Stickstoff, Phosphor, Kalium oder Kalzium. Es wird angenommen, dass die negative Wirkung der Monokultur auf die einseitige Erschöpfung des Bodens an denselben mineralischen Nährstoffen zurückzuführen ist. Daher wird in der Praxis der Wechsel von Kulturen empfohlen, die den Boden in verschiedenen Nährelementen erschöpfen.

Spätere Forschungen in England und Frankreich zeigten, dass dieses Konzept der einseitigen Bodenerschöpfung unhaltbar ist. In vielen Fällen liefern einige Kulturen (Lein, Klee usw.) selbst bei starker Düngung unbefriedigende Erträge.

Die Entdeckung der **Symbiose zwischen Hülsenfrüchten und Knöllchenbakterien** ist revolutionär für die Landwirtschaft und liefert eine neue Erklärung für die positive Wirkung des Wechsels von Hülsenfrüchten und Nicht-Hülsenfrüchten. Beim Monokulturanbau von Hülsenfrüchten wird der von den Knöllchenbakterien fixierte und im Boden angesammelte Stickstoff in den Folgejahren nicht nur nicht von derselben Pflanze genutzt, sondern unterdrückt auch ihre Entwicklung. Der nach Hülsenfrüchten im Boden angesammelte Stickstoff wird von Pflanzen aus anderen Familien genutzt, die ihre Erträge steigern.

Gleichzeitig entwickelten *A. Kostichev* und *V. R. Williams* eine völlig neue Richtung in der Theorie des Fruchtwechsels. Nach diesen beiden Autoren verändert sich bei der Kultivierung einjähriger Getreidekulturen zwar nicht die chemische Zusammensetzung des Bodens, aber seine physikalischen Eigenschaften verschlechtern sich; die Bodenstruktur wird stark zerstört, was wiederum das Wasser- und Nährstoffregime verschlechtert und die Bodenfruchtbarkeit verringert.

Nach dieser Theorie kann die Struktur nur durch den Anbau mehrjähriger Mischungen aus Gräsern und Hülsenfrüchten verbessert werden, und ihre Einbeziehung in die Fruchtfolge wird empfohlen, was zu den sogenannten **Gras-Feld-Fruchtfolgen** führt.

Ein gemeinsamer Mangel der betrachteten Fruchtwechseltheorien ist ihr begrenzter und einseitiger Charakter. Zahlreiche spätere Studien, die darauf abzielten, die Ursachen der negativen Wirkung der Monokultur und der positiven Wirkung der Fruchtfolge zu identifizieren, haben bewiesen, dass diese Ursachen vielfältig und miteinander verbunden sind.

In der modernen Landwirtschaft werden die Gründe für die Fruchtfolge in die folgenden vier Kategorien gruppiert:

1. **Biologische Ursachen**, die sich in der unterschiedlichen Reaktion von Kulturpflanzen auf Unkräuter, Krankheiten und Schädlinge ausdrücken; niedrigere Organismen – Pilze und Bakterien, die an den Wurzeln parasitieren oder giftige Substanzen ausscheiden; Stoffwechselprodukte usw. Je nach Grad der Intensivierung der Landwirtschaft und dem Versorgungsniveau der Kulturpflanzen mit Wasser und Nährstoffen nimmt die Bedeutung der biologischen Ursachen zu und mit ihr die phytosanitäre Rolle der Fruchtfolge. Darüber hinaus ist im ökologischen Landbau die Rolle der Fruchtfolgen von primärer Bedeutung.
2. **Chemische Ursachen** – dies sind die unterschiedlichen Anforderungen der Pflanzen an Nährstoffe und ihre unterschiedliche Fähigkeit, diese aus dem Boden aufzunehmen, und andere.
3. **Physikalische Ursachen** – diese spiegeln die unterschiedlichen Auswirkungen von Pflanzen und ihren Anbaupraktiken auf die physikalischen Eigenschaften und das Wasserregime des Bodens wider.
4. **Wirtschaftliche Ursachen** – diese zeigen, dass genau geplante, wissenschaftlich fundierte Fruchtfolgen eine ordnungsgemäße Bodenbearbeitung, Düngung, Bewässerung, Senkung der Produktionskosten und andere Maßnahmen ermöglichen.

Der Hauptgrund für Ertragsrückgänge ist der Anbau von Kulturen als wiederholte oder kontinuierliche Bestände, unabhängig von den unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen, der angewandten Technologie und ihren biologischen Eigenschaften.

Je nachdem, wie stark Pflanzen auf kontinuierlichen Anbau reagieren, werden Kulturen in die folgenden drei Gruppen eingeteilt:

1. **Kulturen, die keinen kontinuierlichen Anbau vertragen**, nicht einmal wiederholte Aussaat am selben Ort (**Sonnenblume, Luzerne, Klee, Erbse, Zuckerrübe, Paprika, Lein** usw.).
2. **Kulturen, die wiederholte Aussaat nach sich selbst bis zu einem gewissen Grad tolerieren** (**Weizen, Gerste, frühe Tomaten** usw.). Kurzfristige Monokultur kann in ihrem Fall bei hohem agronomischen

Niveau erfolgreich angewendet werden.

3. Kulturen, die längerfristigen kontinuierlichen Anbau tolerieren (Mais, Orientalischer Tabak, Baumwolle, Hanf, Kartoffeln, Reis, Roggen, Hafer usw.).

Diese Gruppierung von Kulturen wirft die Frage nach den **Grenzen der Sättigung von Fruchtfolgen mit ein und derselben Kultur** auf.

Für Getreidekulturen (Weizen, Roggen, Gerste) liegen die Grenzen nach einigen Autoren bei 75 % (Vorobyov, Dospekhov), für Deutschland – 75 % (Könecke), für England – bis zu 80 % und für unser Land – 50 % (Dzhumaliev). Wenn der relative Anteil von Getreide auf 75 % steigt, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, damit die Erträge nicht sinken. Zu solchen Maßnahmen gehören Düngung, Bodenbearbeitung, der Einsatz geeigneter Sorten und Hybriden, die Intensivierung der Fruchtfolge mit Vorfruchten oder mit Zweitfrüchten – wo möglich und wirtschaftlich vertretbar – der Einsatz hochwirksamer Pestizide und andere.

Die Sättigung der Fruchtfolge mit Mais und Soja kann 80 % erreichen. Dies ist die Praxis in vielen Regionen Nordamerikas, Argentiniens, Chinas, Russlands, Rumäniens und anderer Länder.

Agronomische Praktiken und die biologischen Anforderungen der Pflanzen machen es notwendig, der Fruchtfolge vor der Monokultur den Vorzug zu geben. In der Praxis sollten bei der Wahl der Anbaumethode – kontinuierlich oder in Fruchtfolge – in erster Linie die wirtschaftlichen Bedingungen, insbesondere die Spezialisierung und Konzentration der Produktion, berücksichtigt werden. Um mögliche negative Folgen aufgrund der Unverträglichkeit von Kulturen zu vermeiden, müssen daher vorrangig moderne intensive Faktoren genutzt werden (Düngung, wirksame Pflanzenschutzmittel, Bewässerung, ertragreiche und resistente Sorten und Hybriden usw.).