

Die Phänologie von Pflanzen ist ein wichtiger Bioindikator für den Klimawandel.

Автор(и): Растителна защита
Дата: 28.03.2023 Брой: 3/2023



Phänologische Beobachtungen sind von großer Bedeutung für eine ordnungsgemäße Planung und Bewirtschaftung in der Landwirtschaft. Weltweit hat der Beginn der phänologischen Phasen seit 1970 um 3–4 Tage pro Jahrzehnt beschleunigt. In den letzten Jahrzehnten hat sich dieser Parameter in den meisten Teilen der Erde um 10–20 Tage beschleunigt.

Die Bedeutung der laufenden Veränderungen für Natur und Gesellschaft lässt sich in erster Linie über die Reaktion der Ökosysteme und die Veränderungen ihrer strukturellen und funktionellen Eigenschaften bewerten. Daten darüber, wie das Wetter zu Beginn saisonaler Phänomene war, ermöglichen eine direkte Bewertung des Zusammenhangs mit dem Klimawandel in verschiedenen Regionen oder des Zusammenhangs mit der

Intensivierung anthropogener Aktivitäten, mit den sich verändernden Existenzbedingungen für biologische Gemeinschaften und Organismen. Dieser Umstand erklärt den deutlichen Anstieg der Aufmerksamkeit für die Phänologie – die Wissenschaft von den jahreszeitlichen Veränderungen in der Natur. Die moderne Phänologie ist eine synthetische Wissenschaft, die die regelmäßigen jährlichen saisonalen Veränderungen in der Biosphäre der Erde, die Biorhythmen von Naturkomplexen und Geosystemen in verschiedenen geografischen Regionen, die Wechselbeziehungen und vielschichtigen jahreszeitlichen Veränderungen bei lebenden und nicht-lebenden Objekten in einem ausgedehnten geografischen Gebiet untersucht. Mit anderen Worten: Die Phänologie befasst sich mit dem Problem der Erforschung der saisonalen Schwankungen der Biosphäre.

Saisonale Veränderungen an der Erdoberfläche manifestieren sich in Form von regelmäßig wechselnden Naturphänomenen. Jedes Gebiet hat seine eigenen saisonalen Phänomene und einen Kalenderzeitpunkt, zu dem sie auftreten. Die meteorologischen Bedingungen sind nicht konstant. Die Begriffe "früher" und "später" Frühling und Herbst sind wohlbekannt. Jährliche Schwankungen im Zeitpunkt des Einsetzens saisonaler Naturphänomene sind oft erheblich. Das System des Wissens über saisonale Naturphänomene, den Zeitpunkt ihres Einsetzens und die Ursachen, die diese Zeitpunkte bestimmen, wird Phänologie genannt. Der Begriff "Phänologie" wurde Mitte des 19. Jahrhunderts von dem belgischen Botaniker C. Morren vorgeschlagen und hat sich, obwohl er nach Ansicht vieler Phänologen aus philologischer Sicht nicht ganz gelungen ist, etabliert und wird bis heute verwendet. In wörtlicher Übersetzung aus dem Griechischen: "phainomena" – Phänomen, "logos" – Wissenschaft, ich studiere, also "Phänologie" – Wissenschaft der Phänomene.



Bedeutung phänologischer Beobachtungen

Phänologische Beobachtungen sind von großer Bedeutung für eine ordnungsgemäße Planung und Bewirtschaftung in der Landwirtschaft

Eine wissenschaftliche Bewirtschaftung der Landwirtschaft auf dem derzeitigen Niveau ist ohne eine ordnungsgemäße Planung des Zeitpunkts der wichtigsten landwirtschaftlichen und tierhaltenden Tätigkeiten unmöglich. Der Beginn der Aussaatperiode, das Vereinzeln, Jäten, Bewässern, Düngen, Heumachen, das Austreiben des Viehs auf die Weide; all diese Tätigkeiten erfordern den Einsatz von Arbeitskräften und technische Vorbereitung, und ein guter Betriebsleiter würde sich nicht dafür entscheiden, sich nach dem offiziellen Kalender zu richten. Er wird sich in der natürlichen Umgebung orientieren, abhängig von den phänologischen Eigenschaften des Jahres. "Ein Jahr ist nicht wie das andere", sagen Phänologen. So beträgt beispielsweise der Unterschied zwischen dem frühesten und dem spätesten Termin für den Beginn der Kirschblüte in der japanischen Stadt Kyoto über 10 Jahrhunderte der Beobachtungen 46 Tage – vom 27. März bis zum 12. Mai. Kürzere phänologische Reihen zeigen im Allgemeinen eine geringere interannuelle Variabilität. Beobachtungen, die über mehrere Jahrzehnte durchgeführt werden, liefern jedoch für die meisten Phänomene bereits eine Einschätzung innerhalb eines einzigen Kalendermonats.

Auffällige, leicht erkennbare saisonale Phänomene – Phänoindikatoren, deren Einsetzen als Signal für den Beginn einer bestimmten Art von Arbeit wahrgenommen werden sollte, helfen landwirtschaftlichen Arbeitern, die saisonale Entwicklung der Natur in einem bestimmten Jahr zu verstehen. So wurde beispielsweise festgestellt, dass in der Nähe von Weliko Tarnowo die beste Zeit für das Pflanzen von Gurken während der Fliederblüte ist. Eine späte Pflanzung (selbst um 5 Tage) reduziert den Gesamtertrag um 10%.



Phänologische Uhr

Die Kenntnis der Besonderheiten der saisonalen Entwicklung verschiedener Sorten landwirtschaftlicher Kulturen ist für ihre richtige Platzierung selbst auf kleinen Flächen und erst recht auf dem Gebiet in nationalem Maßstab notwendig. So ist beispielsweise bekannt, dass in Nordbulgarien in den Niederungen die Fröste früher beginnen und später enden als an den Hängen. Daher ist es in den Niederungen notwendig, Kulturen und Sorten zu pflanzen und zu säen, die frühreif, frostresistent und mit einer kurzen Vegetationsperiode sind, während an niedrigen, leicht geneigten Rücken und Hügeln im Gegenteil diejenigen platziert werden sollten, die wärmebedürftiger sind.

Die Bekämpfung schädlicher Insekten erfordert Kenntnisse über die Phänologie sowohl der Kulturpflanzen selbst als auch ihrer Schädlinge. So verursachen beispielsweise nach Beobachtungen örtlicher Gärtner Blattläuse den größten Schaden an Rübenkulturen, wenn die Aussaat zu mittleren Terminen erfolgt. Bei früher Aussaat haben die Pflanzen Zeit, sich zu stärken, bevor die Massenvermehrung der Blattläuse einsetzt, und bei später Aussaat entwickeln sie sich nach der Hauptfütterungsperiode dieser Insekten und erleiden keinen größeren Schaden. Es ist unmöglich, viele Schädlinge allein durch eine Verschiebung des Aussaatzeitpunkts loszuwerden – ihre physische Vernichtung ist notwendig. Wenn man die Stadien der saisonalen Entwicklung

von Schädlingen kennt, **können Phänologen den Zeitraum vorschlagen, oft sehr kurz, in dem die Schädlingsbekämpfung am effektivsten wäre.**

In der weidebasierten Viehwirtschaft bestimmen phänologische Informationen über die saisonale Entwicklung des Grases auf Bergweiden den Zeitpunkt für das Treiben des Viehs in die Hochlagen. Phänologische Beobachtungen helfen, den Zeitpunkt für die Heuernte richtig zu bestimmen. So ist bekannt, dass die Heuernte zu Beginn der Blüte von Wiesengräsern und dem Einsetzen der Samenbildung höhere Erträge bringt als während der Vollblüte. Die Qualität des Heus ist bei früher Mahd höher.

In entwickelten Ländern, insbesondere in den USA, sind phänologische Informationen äußerst wertvoll, und Landwirte kaufen jährlich Nachschlagewerke mit Prognosen für die Entwicklung ihrer Kulturen.



Blumenfeld mit Mohn

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Phänologie und Klimawandel?

Der Klimawandel, insbesondere die signifikante Veränderung der Lufttemperatur, löst wichtige Veränderungen in den phänologischen Zyklen von Pflanzen über große Teile der Welt aus. Diese Zyklen werden auch Phasen genannt und sind spezifische biologische Ereignisse, die Teil des jährlichen Lebenszyklus von Pflanzen sind.

Die Pflanzenphänologie hat sich seit 1981 auf 54 % der Landoberfläche der Erde signifikant verändert.

laut einigen Studien (Fitchett, Grab, 2015).

Während die phänologische Reaktion auf den Klimawandel ein globales Phänomen darstellt, das sich stark zwischen verschiedenen Regionen unterscheidet, wird einhellig anerkannt, dass **die deutlichsten Veränderungen der phänologischen Zyklen in den letzten Jahrzehnten in den borealen und gemäßigten Regionen der nördlichen Hemisphäre aufgetreten sind.**

Das Ausmaß der phänologischen Veränderungen hängt jedoch nicht nur von der Geschwindigkeit des Klimawandels oder anderen nicht-klimatischen Faktoren ab, sondern auch von der Reaktion der Pflanzenarten auf externe Störungen. Diese Studien deuten auf eine Verlängerung der Vegetationsperiode hin (insbesondere in den gemäßigten und hochgelegenen Regionen der nördlichen Hemisphäre), auch aufgrund des früheren Einsetzens des Frühlings, da die Temperaturen in dieser Jahreszeit im Vergleich zu denen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich gestiegen sind. Darüber hinaus erklärt die verzögerte Herbstsaison bis zu einem gewissen Grad die Verlängerung der Wachstumsperiode in vielen Regionen des Planeten.

Der Einfluss von Temperaturveränderungen ist im Allgemeinen ein bestimmenderer Faktor als andere Umweltvariablen

Die Pflanzenphänologie ist sehr empfindlich gegenüber dem Klimawandel und ein wichtiger Bioindikator für den Klimawandel. Klare Beweise für langfristige Veränderungen in der Pflanzenphänologie in gemäßigten und borealen Regionen der nördlichen Hemisphäre sind hauptsächlich mit Temperaturveränderungen verbunden, die den Hauptkontrollfaktor für diese Art von Ökosystemdynamik in mittleren und hohen Breiten darstellen. Obwohl es andere Umweltvariablen gibt, die die Pflanzenphänologie beeinflussen können, wie z.B. Photoperiode, Niederschlag, atmosphärisches CO₂ und Stickstoffdeposition, ist der Einfluss dieser Faktoren im Allgemeinen geringer als der der Temperatur.

In der Regel hat sich weltweit der Beginn einer bestimmten phänologischen Phase seit 1970 um etwa 3–4 Tage pro Jahrzehnt beschleunigt. Es wurde festgestellt, dass sich dieser ökologische Parameter in den letzten Jahrzehnten in den meisten Teilen der Erde um etwa 10–20 Tage beschleunigt hat. In Europa wurde festgestellt, dass zwischen 1971 und 2000 die Beschleunigung bei Frühjahrseignissen 2,5 Tage pro Jahrzehnt und bei Herbstphasen 1,3 Tage pro Jahrzehnt betrug, was die größere Bedeutung phänologischer Veränderungen im Frühjahr im Vergleich zum Herbst unterstreicht. Es wird angenommen, dass dieser Indikator auf dem gesamten

europäischen Kontinent seit 1951 eine Gesamtbeschleunigung von fast 11 Tagen verzeichnet hat, laut phänologischen Aufzeichnungen, und seit 1982 etwa 19 Tage erreicht hat, laut Satellitendaten.

Veränderungen in phänologischen Ereignissen können zahlreiche Risiken für die natürliche Vegetation und landwirtschaftliche Kulturen schaffen, wie z.B. erhöhte nachfolgende Schäden durch schädliche Insekten und Frostschäden aufgrund früherer Manifestationen phänologischer Ereignisse. Zeitliche phänologische Fehlanpassungen können auch zu einer Störung wichtiger Pflanzen-Tier-Interaktionen führen, was die Ökosystemfunktionen verändern kann.

Darüber hinaus können phänologische Veränderungen signifikante Effekte in Bezug auf Rückkopplungen zwischen dem terrestrischen Klima und der Ökosystemfunktionalität erzeugen, hauptsächlich durch Veränderung der photosynthetischen Aktivität von Pflanzen, der Kohlenstoffaufnahme und der Ökosystemproduktivität. Letztendlich kann ein tiefgreifendes Verständnis phänologischer Veränderungen entscheidend für ein besseres Verständnis der Rückkopplungen zwischen Klima und Kohlenstoffkreislauf und implizit für ein besseres Verständnis zukünftiger Klimaveränderungen sein.

Was sind die Anwendungen phänologischer Beobachtungen?

Die Bewertung phänologischer Veränderungen für Gebiete, für die nur Klimadaten verfügbar sind, kann wesentliche Informationen über die Reaktion des Ökosystems auf den Klimawandel liefern. Darüber hinaus sind diese Arten von Studien nützlich, um **frühe Anzeichen von Ökosystemübergängen vor dem Hintergrund des Klimawandels in einer bestimmten Region zu erkennen**.

Vor diesem Hintergrund hat die Analyse phänologischer Veränderungen durch klimatische Ansätze (basierend auf klimatologischen Aufzeichnungen), insbesondere durch statistische Analyse der klimatischen Vegetationsperiode, den Vorteil, eine schnelle Extraktion phänologischer Informationen zu ermöglichen, wenn für ein bestimmtes Gebiet keine phänologischen Aufzeichnungen verfügbar sind. Dieser Ansatz wird jedoch als repräsentativ angesehen, wenn die Phänologie des untersuchten Gebiets hauptsächlich durch die Temperatur gesteuert wird, wie es in der gemäßigten Region der Fall ist, in der sich der größte Teil des europäischen Kontinents – und implizit Bulgarien – befindet.

Daher kann die Analyse der klimatischen Vegetationsperiode – der Zeitraum, in dem die Pflanzenentwicklung theoretisch stattfinden kann (der auf der Grundlage bestimmter thermischer Schwellenwerte, innerhalb derer Vegetation wachsen