

## ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ ВЪРХУ СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО

Иванка Колева–Лизама  
Лесотехнически университет, София

### Резюме

Последиците от изменението на климата влияят на устойчивото икономическо развитие. Селското стопанство е сред най-уязвимите сектори на българската икономика, тъй като промените в температурата и валежите, а така също екстремните метеорологични явления, имат предимно негативни ефекти върху добивите. Въздействието на климатичните промени е оценено чрез индикаторите продължителност на вегетационния период и фенология, добив от културите, изискване към напояване, изчислени със симулационни модели.

**Ключови думи:** климат, изменение, селско стопанство, индикатори, модели.

**Key words:** climate change, agriculture, indicators, simulation models.

**JEL:** Q54, Q15, Q51.

### Увод

Селското стопанство е сред най-уязвимите към изменението на климата сектори на българската икономика, тъй като промените в температурата и валежите, зачестяването на екстремни метеорологични явления, както и нарастването на въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>) в атмосферата оказват влияние върху растежа, развитието и формиране на производителността на земеделските култури. Изменението на климата вече оказва въздействие върху селското стопанство и е сочено като един от факторите, които водят до намаляване на добивите от зърнени култури в някои части на Европа, въпреки непрекъснатия растеж на технологиите по отглеждането им [2, 9, 10]. Очаква се променливостта в добивите от земеделските култури в бъдеще да нарасне вследствие зачестяване на екстремни климатични събития и разпространението на болести и вредители [3, 4], като ефектите от изменението на климата върху селското стопанство ще бъдат различни в отделните части на Европа [9, 11]. Интензивните земеделски системи в Западна и Централна Европа като цяло имат по-ниска чувствителност към изменението на климата, а едновременно с това земеделските производители имат ресурси да се адаптират към нови климатични условия чрез промяна в управлението на земеделските процеси [4]. Въпреки това, може да има значителна разлика в способността за адаптация на отделни земеделски дейности в зависимост от тяхната специализация или други характеристики на земеделското стопанство. Селскостопанските дейности имат значителен дял в генерирането на емисии на парникови газове и се очаква те да нараснат в бъдеще, независимо от технологичните промени. Във връзка с това, целта на настоящата разработка е да се оцени въздействието на изменението

на климата през следващите години в областта на селското стопанство.

### Материал и метод на изследване

Анализите на бъдещите климатичните промени са на базата на сценарии и модели, разработени от IPCC. При изследването на бъдещите промени се вземат под внимание много фактори (физически, екологични и социално-икономически), както за минали епохи, така и по отношение на очакваното бъдеще. Сценариите и климатичните проекции осигуряват широка основа за оценка на риска от климатичните промени и оценка на въздействията им върху природните и антропогенните системи [6, 7].

В настоящата работа се анализират резултати, получени на базата на IPCC SRES емисионни сценарии [6, 12], които включват четири сюжетни линии, обозначени като A1, A2, B1 и B2, описващи в глобален мащаб взаимовръзките между движещите сили на емисиите на парниковите газове и аерозолите, а също и тяхната еволюция през XXI в. Сюжетните линии на SRES – сценариите за XXI в. накратко се описват по следния начин:

- A1: бъдещият свят се характеризира с бърз икономически растеж, броят на населението в света достига своя пик в средата на века, след което намалява, бързо се внедряват нови и по-ефективни технологии.
- A2: много хетерогенен свят, с постоянно нарастващ брой на населението и регионално ориентиран икономически растеж, който е по-фрагментиран и по-бавен в сравнение с останалите сюжетни линии.
- B1: бъдещият свят е със същите тенденции в броя на населението като при сюжетна линия A1, но с бързи промени в структурата на икономиката, насочени към развитие на

сектора на услугите, намаляват материалоемките производства и се внедряват „чисти“ и спестяващи ресурсите технологии.

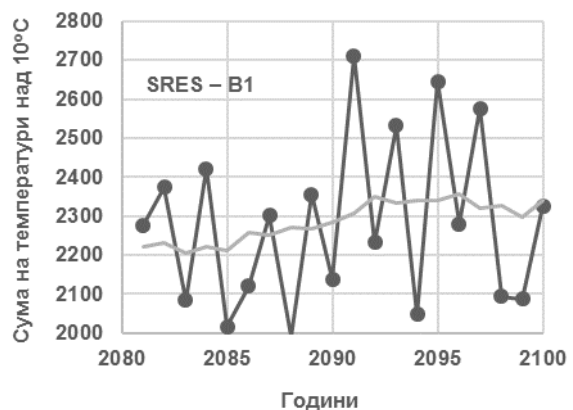
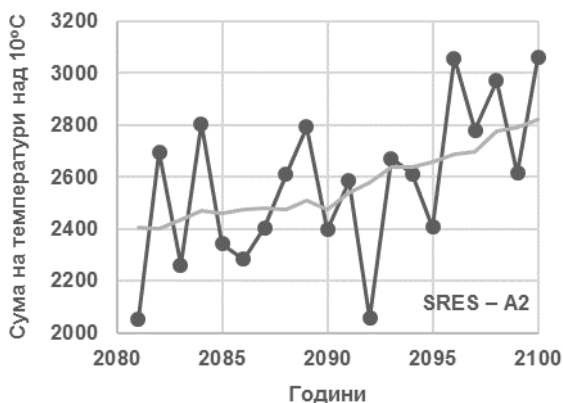
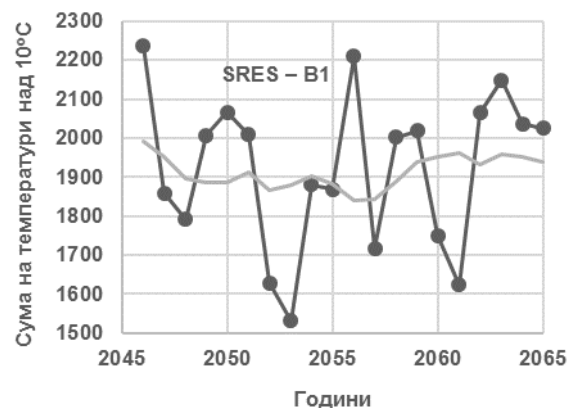
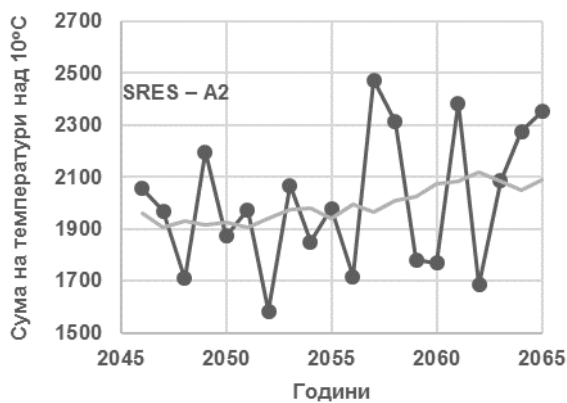
- В2: това е свят, в който проблемите се решават на местно или регионално ниво на основата на принципите за устойчиво развитие, населението непрекъснато се увеличава, но с по-ниски темпове в сравнение със сюжетна линия А2, икономическият растеж е с умерени темпове.

### Резултати и обсъждане

За оценка на въздействието на климатичните промени върху селското стопанство се използват индикаторите: сума на активните температури над 10 °С, продължителност на вегетационния период на земеделските култури, дати на настъпване на фенологични фази или стадии от развитието на живите организми, добива от

културите, изискване на културите към напояване.

Сума на активните температури над 10 °С. Този индикатор характеризира натрупаната през вегетационния период сума от температури по-високи 10 °С. Годишните температурни суми ( $t > 10$  °С) са изчислени чрез модела ECHAM5/ MPI-OM, при два SRES емисионни сценария – А2 и В1 за средата (2046–2065) и края (2081–2100) на века (фиг. 1). Проектираните тенденции на бъдещи промени в стойностите на годишните температурни суми над 10 °С са по-силно изразени при сценарий А2 в сравнение със сценарий В1. В резултат от проведеня анализ можем да обобщим, че топлинните ресурси значително ще нараснат и ще се разширят възможностите за отглеждане на потоплолюбиви култури в пределите на страната ни към края на века.



Източник: The World Bank, ECA Databank. Washington, [www.worldbank.org/en/region/eca](http://www.worldbank.org/en/region/eca)

Фиг. 1. Проектирани стойности на температурни суми над 10 °С за период на активна вегетация в България към средата (2046–2065) и края (2081–2100) на 21 век при различни емисионни сценарии (SRES – А2 и SRES – В1)

Продължителността на периода на вегетация. Затоплянето на климата в следващите

десетилетия на века ще доведе до по-ранно начало на вегетация през пролетта и ще удължи

периода през есента. В много райони от страната ще се появят агрометеорологични предпоставки за отглеждането на видове и сортове, изискващи по-дълъг вегетационен период и съответното им интродуциране в подходящите райони от страната. Според резултатите от климатичните модели при отделните емисионни сценарии продължителността на вегетационния период при температури над 5 °C ще нарасне в средата на века с 30–40, а в края на века с над 40 дни. По-голямата продължителност на вегетационния период ще осигури по-големи топлинни ресурси в страната и би довело до разширяване на север и в по-високите нископланински места на подходящи условия за отглеждане на нови по-топлолюбиви култури и използване на селскостопанските полета за получаване на втора реколта. Едновременно с това, увеличаването на потенциалния вегетационен период ще повлияе на разпространението на редица болести и неприятели, което ще повиши риска за добивите при земеделските растения.

Оценката на влиянието на климатичните промени върху посочените по-горе индикатори при конкретни земеделски култури е направена на базата на резултати от агроклиматичните модели CERES [8]. Резултатите от модела CERES при различни модели за изменение на климата HadCM4, ECHAM5, показват намаляване както на *продължителността на вегетационния*, така и на репродуктивния период при царевица и зимна пшеница през следващите десетилетия. Проектираната продължителността на вегетация при царевицата ще се съкрати с 15–30 дни през 2050-те години и с 20–40 дни през 2080. Това означава, че в края на 21-ти век репродуктивният период на тази важна култура ще завърши по-рано, т.е. през август. Проектираната продължителност на вегетацията при зимна пшеница ще е по-малка с около една–две седмици през 2050 година и приблизително с две–три седмици през 2080 година.

Климатичните промени ще доведат до изместване датите на настъпване на отделните фенологични дати на развитие на селскостопанските култури. Поради влиянието на метеорологичните условия върху земеделските култури в последните години се наблюдава по-ранен цъфтеж на дърветата, удължаване на сезона за отглеждане на лози и промени в другите природни цикли при растенията. Въпреки забележимите фенологичните промени, трябва да се подчертае, че те често са повлияни от прилаганите технологии на отглеждане при които се регулират датите на сеитба и избор на сорта. Независимо от това, отделните етапи на растежа и развитието на земеделските култури (например, цъфтеж и зреене) са особено чувстви-

телни към метеорологичните условия, които са и от решаващо значение за крайния добив. Като цяло, по-дългият период на вегетация на културите силно корелира с по-високи добиви, тъй като това позволява по-добро използване на наличните светлинни, топлинни и водните ресурси. Промени в датите на настъпване на фенологични фази и по-специално, по-ранен цъфтеж на овощните култури или по-ранно узряване е наблюдавано през последните години на миналия век в много райони на Европа [6].

Тези промени се очаква да продължат и през следващите години от новото столетие. С прогнозираното затопляне на климата, може да се очаква по-нататъшно намаляване на междофазните периоди от цъфтене до узряване на зърнените култури. Намаляването на репродуктивния период ще съкрати времето за наливане на зърното, което ще се отрази негативно на добивите, при това, през лятото изменението на климата ще бъде най-забележимо, като броят на горещите дни ще се увеличи с 22–37 дни [1]. По този начин зърнените култури са експонирани на риска от невъзможността да формират оптимални добиви. Като основна мярка за адаптация при тези култури, (особено пролетните) могат да се приложат промените в календара на земеделските дейности (сеитба, жътва, и т. н.), което ще способства за по-рационално използване на новите климатични условия.

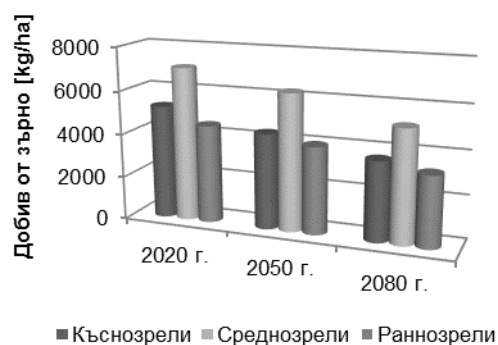
Последиците от неблагоприятни метеорологични условия и екстремни събития се различават значително в зависимост от времето на възникване и етапа на развитие на културите. Промени в появата на екстремни явления, като горещи вълни, суши, силни валежи и наводнения в голяма степен ще повлияят върху добива на култури, което води до увеличена вариабилност и икономически последствия. По-голяма част от влиянието на климатичните промени върху земеделието се дължи на ограничаването на валежите. Проектираните стойности на *средния брой на периодите с последователни сухи (безвалежни) дни* при сценарий SRES – A2 и SRES – B1 за средата на века ще намалее сравнително слабо. В края на века броят на периодите със сухи дни при сценарий SRES – A2 ще намалее, а при SRES – B1 се наблюдава тенденция към увеличение.

Недостигът на вода ще окаже огромно влияние върху селскостопанската продукция в България. Вегетационните валежи се очаква да се понижат поради проектираните по-ниски стойности и намаляване на продължителността на вегетационния период, причинени от затоплянето. Всички глобални климатични модели симулират намаление на валежите от март до юни през следващите периоди от века, което ще

понижи влажността на почвата през пролетта и началото на растеж при редица пролетни култури. Тези въздействия ще бъдат специфични за всеки отделен регион и отглеждането на някои земеделски култури може да се измести от типичните за тях сега региони към по-северни географски ширини или в места с по-висока надморска височина. Във връзка с това земеделието трябва да използва по-ефективно водните ресурси и да интродуцира нови по-сухоустойчиви сортове. От изменението на температурните и водни ресурси през следващите години у нас най-уязвими ще бъдат пролетните земеделски култури, отглеждани върху неполивни площи, поради очаквания валежен дефицит през топлото полугодие. Едновременно с повишаване на топлинните ресурси и намаляване на валежите през вегетационния период, се очаква да намалее броят на мразовитите дни. Съгласно резултатите от модела ECHAM5/MPI-OM, броят на мразовитите дни при сценарий SRES – A2 към 2065 година ще достигне до 55 дни, а в края на века – до 40 дни. При по-оптимистичния сценарий SRES – B1 броят на мразовитите дни в средата на века ще е около 70, а в края на века около 60 дни. От една страна, по-топлите зими могат да имат негативен характер, като намалят добивите от костилковите овощни видове, които за своето нормално развитие се нуждаят от определено количество „единици студ“. Намаляването на студените дни може да попречи на яровизацията при зимните житни растения. От друга страна, тези резултати позволяват да направим извода, че отглеждането на някои култури може да се измести към зимния сезон, който може да компенсира някои от негативните последици от очакваните топлинни вълни и сушата през лятото.

Добивът на земеделските култури зависи от продължителността на периода на растеж и формиране на продуктивността им. С помощта на модела HadCM3 при емисионен сценарий A2 са симулирани добивите на зимната пшеница, царевица и слънчоглед към средата на века. Предвижда се увеличение на добивите от пшеница между 12 и 25% поради наторяващия ефект на повишеното ниво на CO<sub>2</sub>. Добивите от царевица и слънчоглед ще намалееят към средата на века. Това намаление ще се дължи на по-късия вегетационен период и намаляването на валежите през лятото, когато е основният период на развитие на културата. От проектираните повишения на температури, намаляване на валежите, по-честите и по-интензивни засушавания в страната е налице реален риск от колебание на добивите от тези култури, особено при появата на топлинни вълни и намаление на добивите в основните зърнено-житни райони. Си-

мулираните добиви от различни сортове царевица през 2020, 2050 и 2080 г за сценарий SRES – A2 са показани на фиг. 2. Подобно е тенденцията и при слънчогледа. Отглеждането на царевица и слънчоглед в голяма степен зависи от валежите, особено през лятото, когато се формира вегетативната маса и всяко засушаване е пагубно за формиране на реколтата.



Фиг. 2. Проектирани добиви от зърно при царевицата (kg/ha) при различни сортове по скорозрялост

Проектираното намаляване на валежите ще предизвика рязко спадане на водните запаси, акумулиране на по-малки обеми вода в напоителните язовири в годишен и многогодишен аспект, което ще ограничи възможностите за използване на прясна вода за напояване на земеделските култури. Засушаването в бъдеще ще се отразява и ще въздейства върху развитието на културите в посока на намаляване на добивите и влошаване на качеството на продукцията поради недостиг на влага в почвата през вегетационния период. Повишаването на вероятността за засушаване през следващите десетилетия на века ще доведе до намаляване възможността за осигуряване на вода за напояване в селското стопанство. Недостигът на вода ще окаже влияние върху селскостопанската продукция в България, като въздействията ще бъдат специфични за всеки отделен регион и отглеждането на някои земеделски култури може да се измести от типичните за тях сега региони към по-северни географски ширини или в места с по-голяма надморска височина. Във връзка с това земеделието трябва да използва по-ефективно водните ресурси и да интродуцира нови по-сухоустойчиви сортове. От изменението на температурните и водни ресурси през следващите години у нас най-уязвими ще бъдат пролетните земеделски култури, отглеждани върху неполивни площи, поради очаквания валежен дефицит през топлото полугодие. В резултат на изменението на климата има риск от разпространението и увеличаването на популациите и

числеността на редица селскостопански плевели, болести и вредители.

Промяната в температурата и валежите в бъдеще може да се отрази на животновъдството по отношение на размножаване, метаболизъм, здравословно състояние и хранене. Изменението на климата ще се отрази най-съществено върху фуражни ресурси през годината, което определя храненето и рентабилността на животновъдните стопанства. Това изменение може да се отрази на храненето на животните по косвен начин като влияе върху наличните ресурси за паша. Промяната в разпределението на валежите в районите за паша ще доведе до намаляването на количество трева и следователно ще намалее възможността за изхранване на добитъка. Повишаването на температурите на въздуха в някои случаи може да причини стрес при животните и дори причини смърт от прегряване, ако те не могат да поддържат телесната си температура.

### Заклучение

През следващите десетилетия на 21 век селското стопанство ще бъде повлияно от изменението на климата както в световен план, така и в България. Земеделските стопани ще бъдат изправени пред необходимостта да очертаят своите стратегии за производство, управление на стопанството и инвестиции в условията на нарастваща несигурност.

Изменението на климата ще предизвика изместване на датите на узряване за различните култури, съкращаване на вегетационния и репродуктивния период и промени в добивите. Ще повиши броят на популациите и числеността на плевели, болести и вредители. Отглеждането на някои земеделски култури при неполивни условия е застрашено. От друга страна, повишаването на температурите ще позволи отглеждането на ранните земеделски продукти на открито или в оранжерии, като разходите за енергия в тях ще намалее. Животновъдството ще бъде засегнато от по-голям топлинен стрес и намаляване на фуража и пасищните ресурси. В някои крайни случаи деградирането на селскостопанските екосистеми би могло да доведе до запустяване на земите. В краткосрочен план честотата и интензивността на екстремните метеорологични явления и сезонните колебания в режима

на валежите са факторите, които вероятно ще предизвикат най-тежки последици за селското стопанство.

### Литература

1. Колева-Лизама, Ив. *Анализ и оценка на риска и уязвимостта в областта на селското стопанство*. В: Анализ и оценка на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика от климатичните промени. 2014. стр. 257.
2. Brisson N, Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., Huard, P. *Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for france*. Field Crops Research. 119. 2010. pp. 201–212.
3. Ferrise, R, Moriondo, M., Bindi, M. *Probabilistic assessments of climate change impacts on durum wheat in the Mediterranean region*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 11. 2011. p 1293–1302.
4. Field, C., Barros, V. et al. (eds.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. New York. NY. USA. 2014. pp. 485–533.
5. IPCC. *Summary for policymakers*. In: Stocker, T. et al. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. New York. NY. USA. 2007. pp. 987
6. IPCC. *Summary for policymakers*. In: Stocker, T. et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. New York. NY. USA. 2013.
7. [www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/].
8. Jones, J., Hoogenboom, G., Porter, C., Boote, K., Batchelor, W., Hunt, L., Wilkens, P., Singh, U., Gijsman, A., Ritchie, J. *The DSSAT cropping system model*. European Journal of Agronomy. 18. 2003. p. 235–265.
9. Olesen, J. et al. *Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change*. European Journal of Agronomy. 34. 2011. p. 96–112.
10. Ray, D., Gerber, J., MacDonald, G., West, P. *Climate variation explains a third of global crop yield variability*. Nat. Commun. 6. 2015. p. 59-89.
11. Schipanski, M. et al. *A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems*. Agric. Syst. 125. 2014. p.12–22.
12. [www.emdat.be/database].

## **CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT ON AGRICULTURE**

**Ivanka Koleva-Lizama**  
**University of Forestry, Sofia, Bulgaria**

### **Abstract**

The consequences of climate change have the great impact on sustainable economic development. Agriculture is among the most vulnerable sectors of the Bulgarian economy, as changes in temperature and precipitation, as well as extreme weather events have mostly negative effects on crop yield. The impact of climate change was assessed with the calculated by simulation models indicators: duration of the growing season, phenology, crop yields, irrigation requirement.