



ДИРЕКТАН УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА СТОЧАРСКУ ПРОИЗВОДЊУ

ТОПЛОТНИ СТРЕС, УНОС ХРАНЕ, ПРОИЗВОДЊА,
РЕПРОДУКЦИЈА, ЗДРАВЉЕ И МОРТАЛИТЕТ

Др Душица Остојић Андрић



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



Увод

- ❑ Сточарски производи играју важну улогу у исхрани људи и светском пољопривредном сектору.
- ❑ Око 26% земље без леда се користи за сточарство, док трећина обрадиве земље служи за производњу сточне хране.
- ❑ Сточарство генерише 40% светског пољопривредног бруто домаћег производа и пружа средства за живот великом делу светске популације.
- ❑ Упоредо са растом светске популације повећава се и потреба за сточарским производима.



Увод

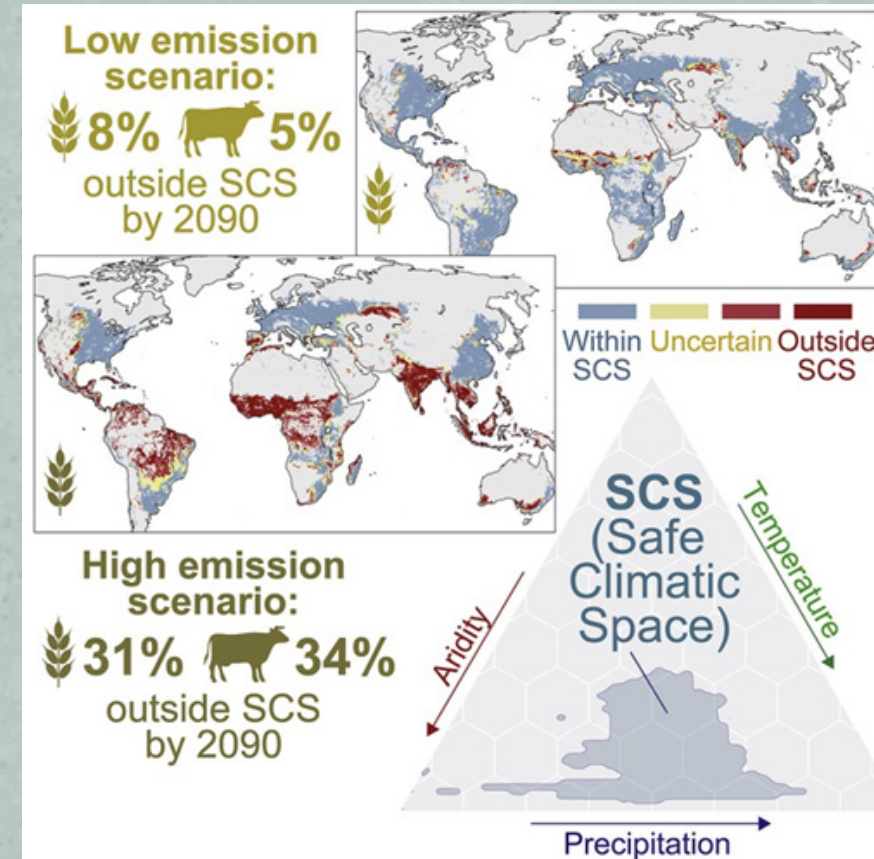
☐ Сточарство се данас суочава са све већим притиском утицаја климатских промена, као што су:

- повећање температуре,
- варијабилнији обрасци падавина,
- чешћи екстремни догађаји и
- повећање концентрације угљен-диоксида.



УВОД

- До 2081–2100, ако се загревање не ограничи на 1,5-2°C, једна трећина светске производње усева и сточарске производње може бити измештена ван стабилних климатских услова.
- **Директни** **утицаји** климатских промена обухватају терморегулацију стоке, метаболизам, имунолошку функцију и производњу.
- **Индиректни** **утицаји** климатских промена укључују утицај на производњу хране за стоку, доступност воде и популације штеточина и патогена.



Слика 1. Сценарио високе и ниске емисије штетних гасова и њихов утицај на сточарску производњу [1].

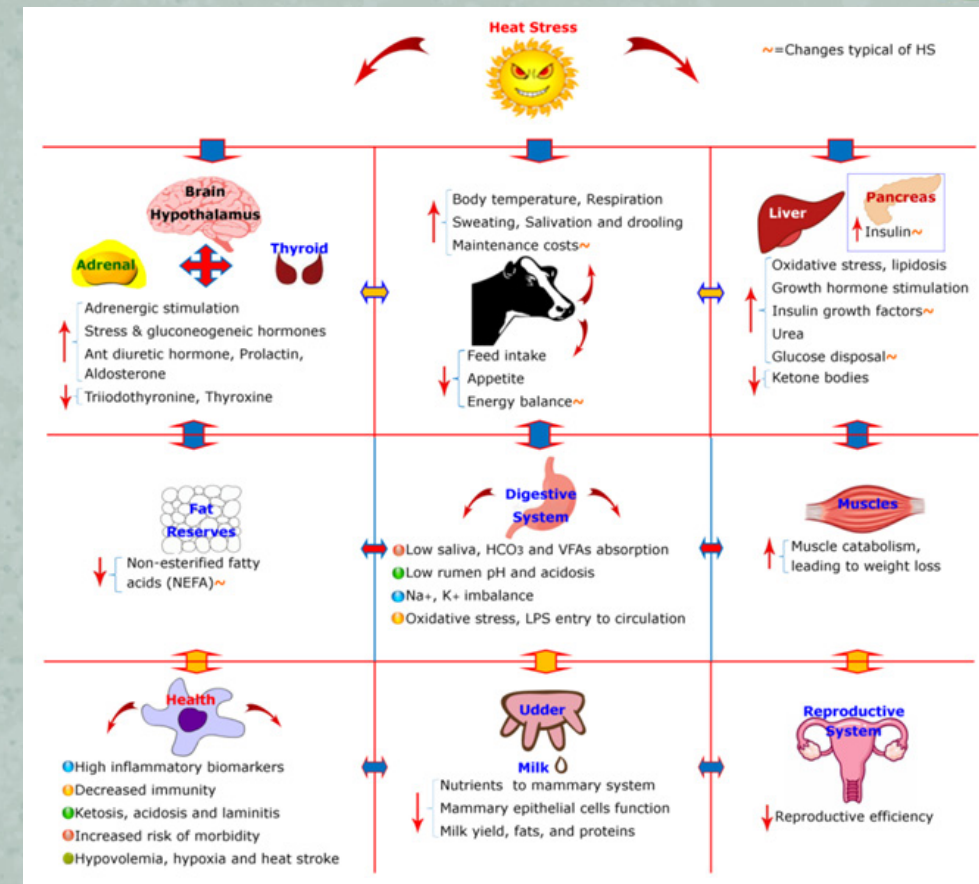


Топлотни стрес

- Производне перформансе животиња у великој мери зависе од амбијенталних услова у којима се гаје.
- Оптималан однос температуре, влажности и струјања ваздуха назива се **зоном топлотне удобности** и специфичан је у односу на врсту животиње.
- У овој зони, животиња постиже оптималне перформансе са минималним утрошком енергије.
- При порасту температуре изван ове зоне долази до **топлотног стреса** а организам животиње троши додатну енергију за регулацију телесне температуре што се негативно одражава на продуктивност.
- Уколико животиња пружи адекватан, фенотипски одговор на дејство термалног стресора, кажемо да се прилагодила тј. **аклиматизовала**.

Топлотни стрес

- Топлотни стрес изазван високом температуром је већи проблем од стреса услед ниске температуре.
- Настаје када животиње нису у стању да емитују довољно топлоте како би одржале **хомеотермију**.
- Услед хипертермије, долази до тахипнее и тахикардије.
- Последице** на производњу су: смањени унос хране, опадање производних и репродуктивних перформанси, имунодефицијенција и повећан морталитет.



Слика 2. Резиме различитих физиолошких и биохемијских промена повезаних са топлотним стресом код млечних крава[2].



USV 1842



Funded by the European Union

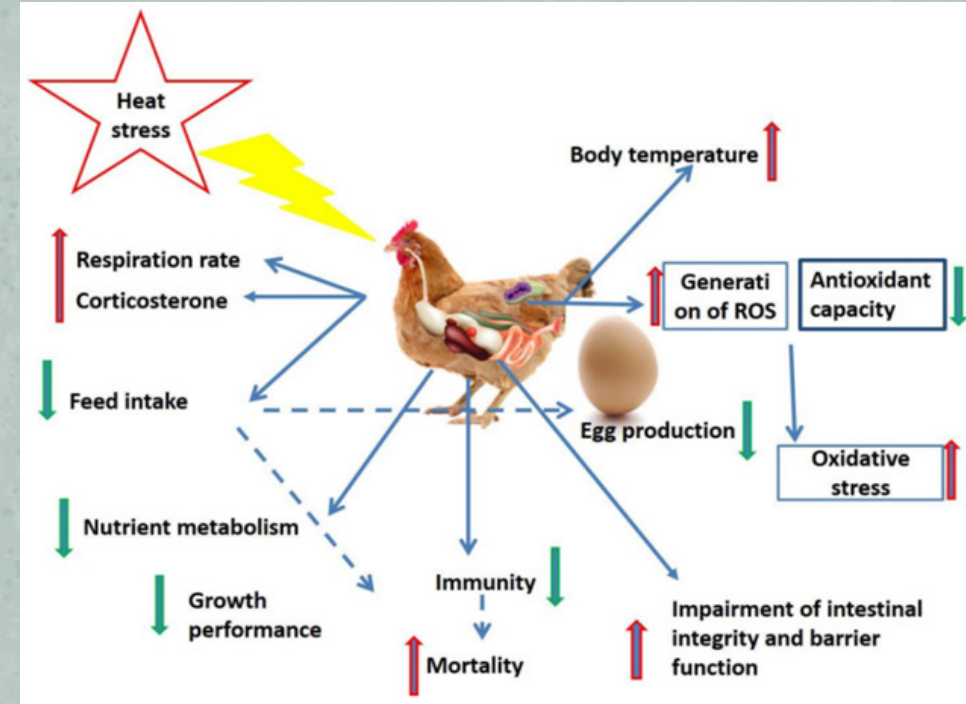


Топлотни стрес (механизми компензације и адаптације)

- ❑ Важну улогу у процесу аклиматизације имају механизми компензације и адаптације који се активирају у случају топлотног стреса.
- ❑ Хуморални систем има одлучујућу улогу у регулацији хомеостазе путем осе **хипоталамус - хипофиза- надбубрежне жлезде**.
- Кључни исход ове интеракције јесте смањење нивоа хормона раста и тироксина чиме се редукује активност базалног метаболизма.
- Отуда, покретање поменутих механизма може резултовати смањењем продуктивности животиња, али је **достизање хомеотермије и хомеостазе** као услова преживљавања примарни циљ.
- **Идентификација и манипулација генима** који кодирају протеине топлотног шока (за аклиматизацију на топлоту) из генома тропских животиња, потенцијално омогућава модификацију генотипа напредним биотехнолошким методама за прилагођавање климатским променама.

Унос хране

- ❑ Смањен унос хране је један од одговора на високу температуру околине.
- ❑ Код преживара су уочени смањен апетит, покретљивост црева и преживање под повећаним топлотним стресом.
- ❑ Козе су мање осетљиве, али смањују унос хране када је температура околине више од 10°C изнад зоне топлотне удобности.
- ❑ Свиње смањују унос хране за 11% при повећању температуре са 20 на 35°C.
- ❑ Повећање температуре за 10°C код живине може смањити унос хране за 10%, што утиче на конверзију хране и дневни прираст.



Слика 3. Ефекти топлотног стреса на живину[3].



Производња

- ❑ Код свих врста стоке, смањен унос хране услед топлотног стреса доводи до **смањења производње** што заузврат доводи до **финансијских губитака**.
- Поред топлоте, на производњу утиче и влажност средине, односно њихово садејство изражено кроз **топлотно-влажни индекс (THI)**.
- **Краве у лактацији** почињу да пате од топлотног стреса када су вредности овог индекса изнад 72, док и садржај млечних протеина и млечне масти опадају са његовим повећањем.
- **Мали преживари** (козе и овце) у односу на велике, показују већу прилагођеност топлој и влажној средини.
- **Продуктивније расе** показују већу осетљивост на топлотни стрес јер емитују више метаболичке топлоте.



USV 1842



Funded by the European Union



Производња

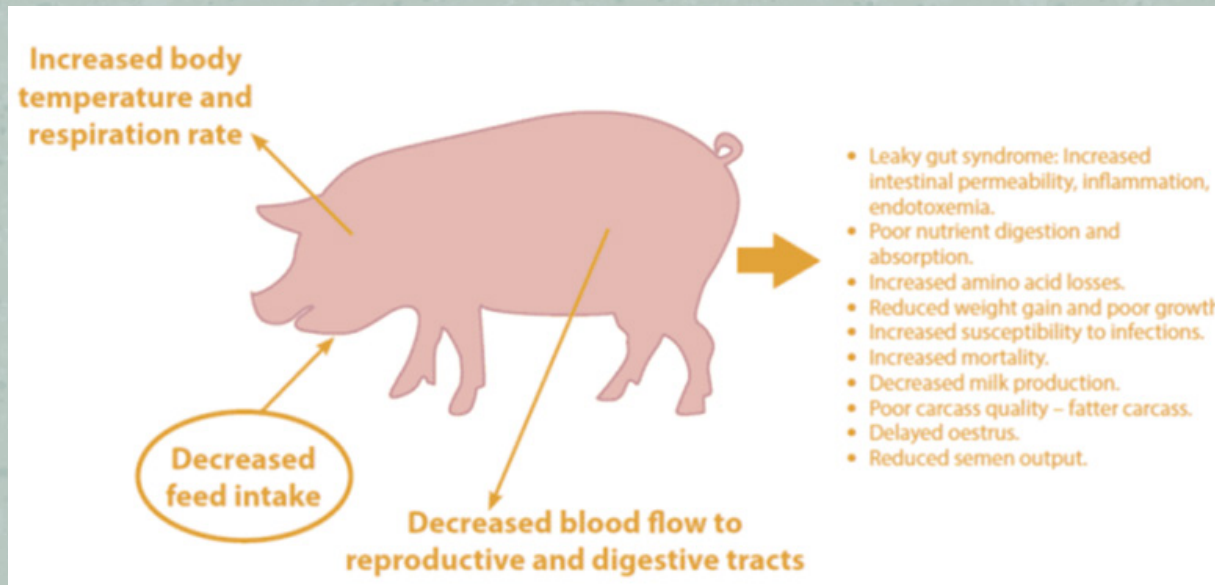
- Са повећањем метаболичке производње топлоте изазване топлотним стресом долази до опадања производње млека.
- **Млечне краве** изложене благом топлотном стресу током лактације дају до 40% мање млека, због смањења уноса хране, промена у метаболизму и поремећеног развоја млечне жлезде.
- Топлотни стрес током последњих 50 дана гравидитета угрожава развој вимена и смањује производњу колострума и млека.
- Садржај **лактозе** и **протеина** може бити упола нижи као последица топлотног стреса.
- **Код коза** је под утицајем повишене температуре примећено смањење од 12%, 3–10% и 4% у порасту, производњи млека и меса, респективно.



Производња

- ❑ Топлотни стрес се неповољно одражава и на **производњу меса**.
- **Код преживара** долази до смањења прираста, масе трупа и дебљине масног ткива, али и нижег квалитета меса.
- **Говеда у товилиштима** су посебно осетљива јер заточеништво ограничава њихову способност да се адекватно расхладе (хлад, вода, ветар) као и због изложености грубим зрачећим површинама и исхране високоенергетском хранивима
- Топлотни стрес се путем нижег уноса хране и смањене расположивости гликогена у мишићима може одразити и на појаву **тамног меса**.

Производња



Слика 4. Физиолошки одговор и последице топлотног стреса код свиња[4].

- ❑ Код свиња долази до смањења прираста, масе трупа, садржаја интрамускуларне масти и квалитета меса при излагању високој температури.
- Дневни прираст код свиња може опати и за 10% под дејством високих температура
- Топлотни стрес смањује брзину метаболизма и мења пост-апсорптивни метаболизам независно од уноса хране.

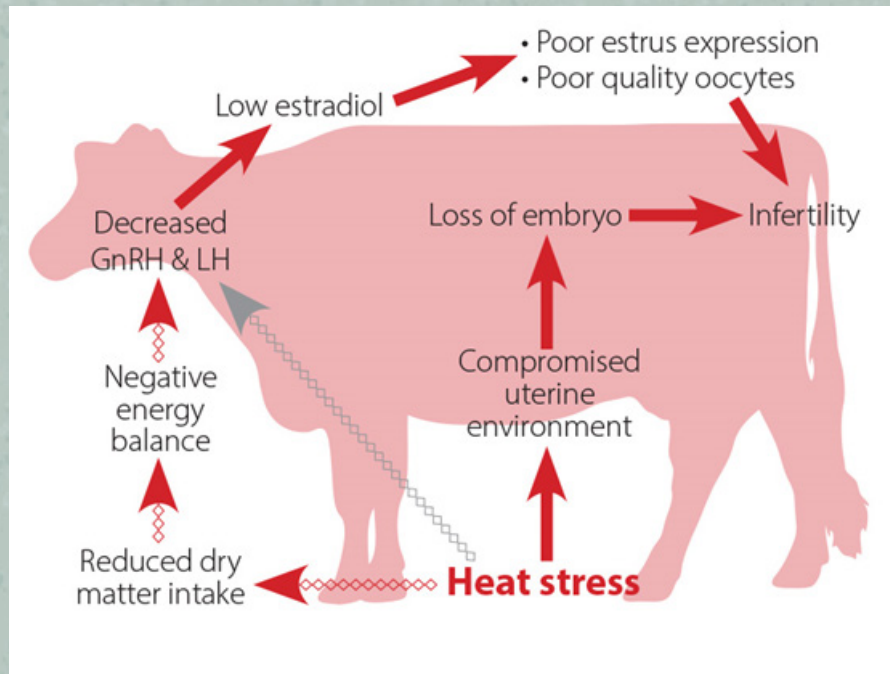


Производња

- **Живина** изложена топлотном стресу повећава потрошњу енергије за одржавање термонеутралних услова на рачун раста.
- **Код бројлера** под топлотним стресом долази до смањења прираста, стопе конверзије хране, масе грудних мишића и садржаја протеина у месу.
- Јачина љуске јајета, дневни унос хране, маса јаја и производња јаја су под највећим утицајем топлотног стреса код **кока носиља**.



Репродукција

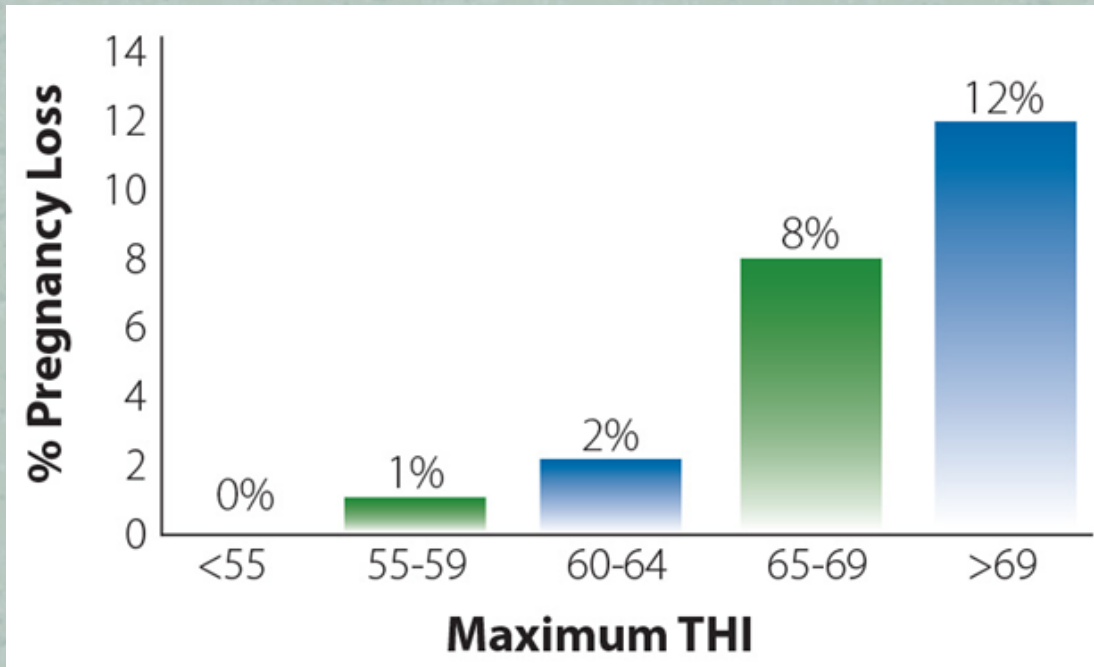


Слика 5. Утицај топлотног стреса на репродуктивне поремећаје[5].

- ❑ Топлотни стрес утиче на репродукцију код оба пола.
- **Код женских јединки**, топлотни стрес смањује период еструса и плодност док повећава инциденцу анеструсне и ембрионалне смрти.
- **Код мушких јединки**, топлотни стрес изазива пад квалитета сперме, запремине тестиса и количине фертилно способног семена.
- **Млечне краве** у гестацији и лактацији су посебно склоне повећању метаболичке топлоте
- **Стопа концепције** се може смањити за 10-20% уз губитке током гравидитета



Репродукција



Слика 6. Однос THI и стопе побачаја

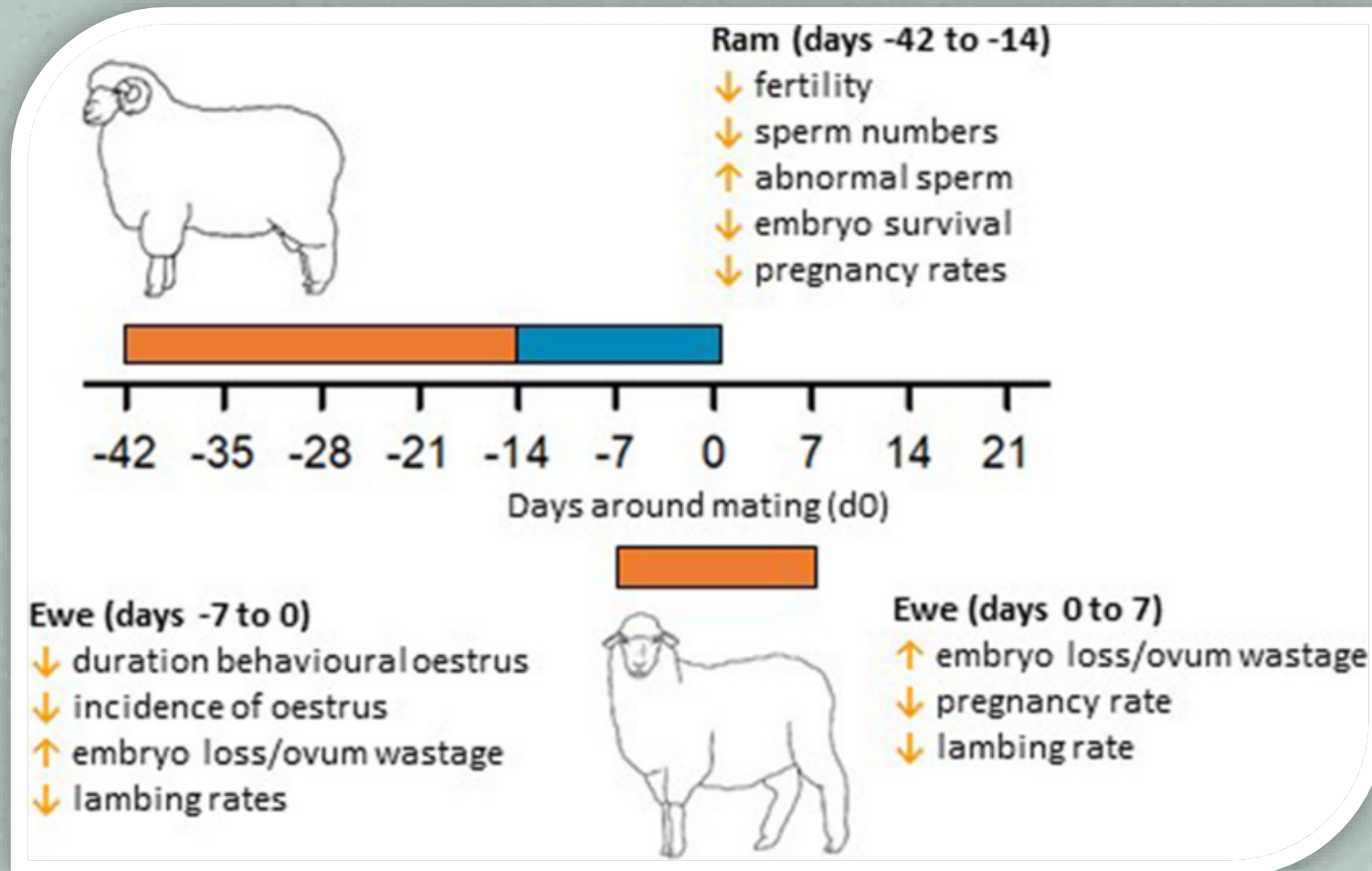
❑ Код бројлера су мушке јединке осетљивије од женки у погледу неплодности узроковане топлотом.

➤ Код кока носиља, доводи до одлагања овулације, смањује квалитет жуманца и носивост.

❑ Код оваца, изложеност топлотном стресу значајно нарушава плодност и смањује производњу семена и квалитет овнова, што резултира мањим бројем јагњади по овци

➤ Смањење телесне тежине јагњади при рођењу и слабији развој вимена оваца услед топлотног стреса током гравидитета, могу смањити преживљавање и тежину јагњади при одбијању.

Репродукција



Слика 7. Ефекти топлотног стреса на плодност овнова и оваца пре и током периода парења. Временске нормотермне (плаве) и хипертермичне (наранџасте) температуре пре парења [6].



Funded by the
European Union



Здравље

- ☐ **Имуни систем** игра кључну улогу у обезбеђивању одговарајућег здравља, али топлотни стрес може значајно да поремети његову одбрамбену функцију.
- ☐ Високе температуре и промене у режиму падавина погодују развоју и **ширењу патогена** и последично могу променити њихову дистрибуцију и довести до појаве нових болести.
- ☐ Као резултат имуносупресивног ефекта топлотног стреса, стока постаје подложнија болестима, што доводи до повећања стопе **морбидитета и mortalитета** у стадима.



Funded by the
European Union



Здравље



☐ **Климатске промене** утичу на здравље животиња директно и индиректно.

1) **Директни утицаји** обухватају векторски преносиве болести, као и оне које настају посредством воде (нпр. поплава), земљишта, температуре, влаге или их преносе глодари.

2) **Индиректни утицаји** обухватају оне који доводе до адаптивних промена код животиња, модификације микробних заједница, промене имунолошког и општег одговора домаћина на дејство патогена, гладовање и тровање храном.



Здравље



Photo by CDC: <https://www.pexels.com/photo/microscopic-shot-of-a-virus-3992943/>

- ❑ **Интензитет** утицаја климатских промена на здравље стоке зависи од више фактора, као што су:
 - генотип,
 - специфична и неспецифична отпорност животиња на болести,
 - подручје гајења,
 - карактеристике патогена.



Funded by the
European Union



Морталитет

- ❑ **Повећана смртност** фармских животиња као последица утицаја тоplotног стреса може имати значајан негативан економски ефекат.
- ❑ Студије на музним кравама и свињама показују да тоplotни стрес повећава стопу морталитета.
- ❑ **Вруће и влажно време су опаснији** по живот крава и свиња у поређењу са врућим и сувим временом
- ❑ У поређењу са сисарима, **живина** има вишу и варијабилнију телесну температуру и подложнија је тоplotном стресу.
- ❑ Температуре околине до 27 °C или телесне температуре до 41 °C могу се сматрати погодном за узгој пилића.
- ❑ **Летални исходи** код пилића настају када се телесна температура повећа за 4 °C.



USV 1842



Funded by the European Union



Izvori:

- [1] Kummu, M., Heino, M., Taka, M., Varis, O., & Viviroli, D. (2021). Climate change risks pushing one-third of global food production outside the safe climatic space, One Earth 4, 5, 720-729. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.017>.
- [2] Sammad, A., Wang, Y. J., Umer, S., Lirong, H., Khan, I., Khan, A., Ahmad, B., & Wang, Y. (2020). Nutritional Physiology and Biochemistry of Dairy Cattle under the Influence of Heat Stress: Consequences and Opportunities. Animals 10, 793.
- [3] Shehata, A. M., Saadeldin, I. M., Tukur, H. A., & Habashy, W. S. (2020). Modulation of Heat-Shock Proteins Mediates Chicken Cell Survival against Thermal Stress. Animals 10, 2407.
- [4] <https://www.chemunique.co.za/swine/preventing-heat-stress-in-pigs/>
- [5] <https://www.techmixglobal.com/repro-heat-stress/>
- [6] Van Wettere, W. H. E. J., Kind, K. L., Gatford, K. L., Swinbourne, A. M., Leu, S. T., Hayman, P. T., Kelly, J. M., Weaver, A. C., Kleemann, D.O., & Walker, S. K. (2021). Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. J Animal Sci Biotechnol 12, 26.



USV 1842



Funded by the
European Union



ИНДИРЕКТАН УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА СТОЧАРСТВО

КВАЛИТЕТ ХРАНИВА, ВОДА, СЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ И
ЕКСТРЕМНИ КЛИМАТСКИ ДОГАЂАЈИ

Др Душица Остојић Андрић

Увод

- ❑ Сценарија климатских промена предвиђају **пораст температуре** од 1,1°C до 6,4°C до краја века.
- ❑ Промене у **обрасцима падавина** и чешћи **екстремни климатски** догађаји представљају ризик за безбедност хране и воде у сточарству.
- ❑ Индиректни ефекти климатских промена укључују плодност земљишта, доступност воде, принос и квалитет сточне хране и ширење патогена.
- ❑ Ови фактори се морају узети у обзир заједно са директним утицајима за свеобухватно разумевање утицаја климатских промена на сточарство.





USV 1842



Funded by the European Union



Квалитет сточне хране

- ❑ Адекватна исхрана је кључна за здравље животиња, раст, производњу и репродукцију .



- ❑ Значајни фактори утицаја су:
 - Падавине,
 - Екстремни климатски догађаји,
 - Варијације у производњи и
 - Снабдевање водом .

- ❑ Климатске промене мењају количину и квалитет сточне хране углавном због повећаног CO2 и температуре, што различито утиче на сточарство зависно од система, локалитета и врсте.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



Funded by the
European Union

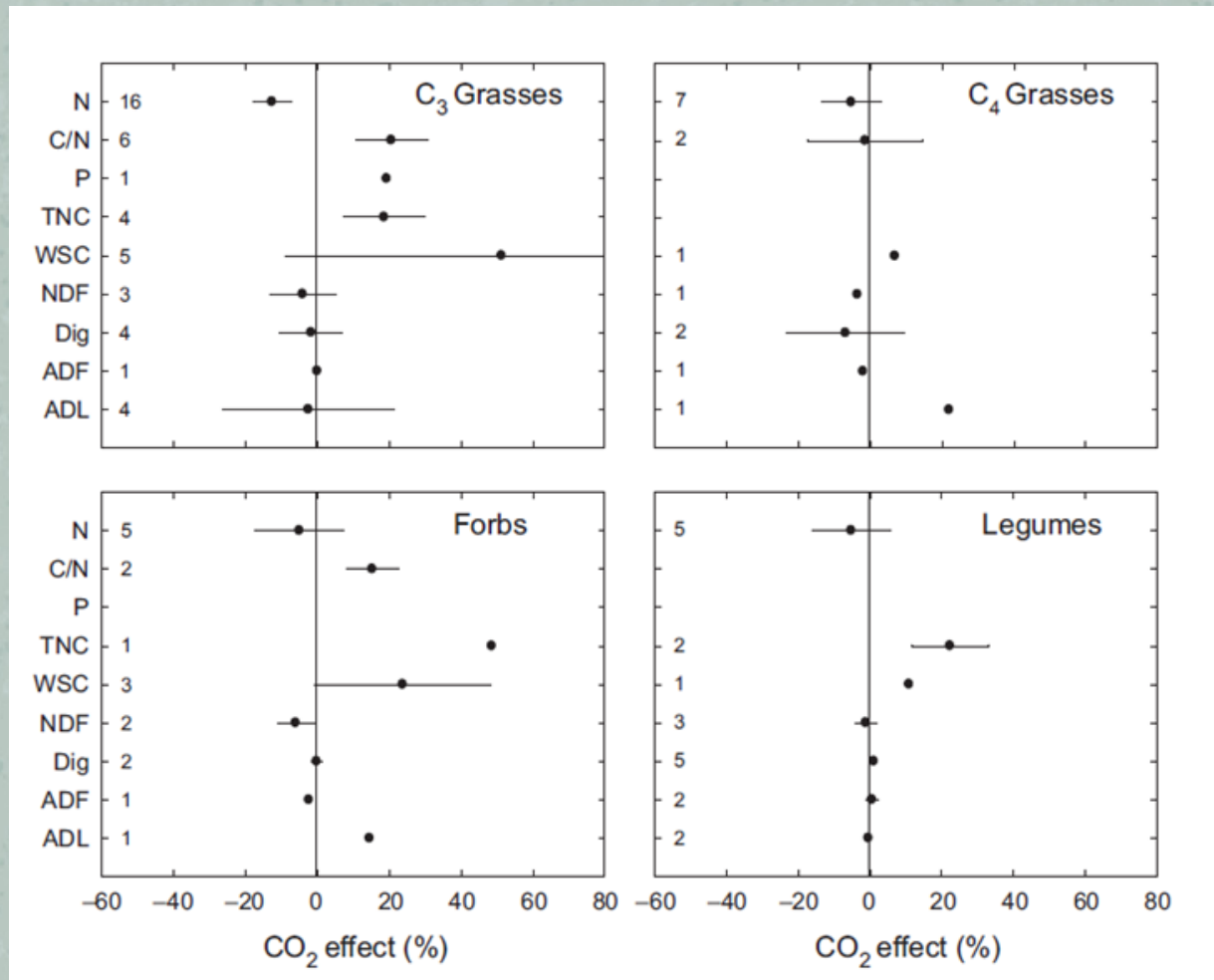


Квалитет сточне хране

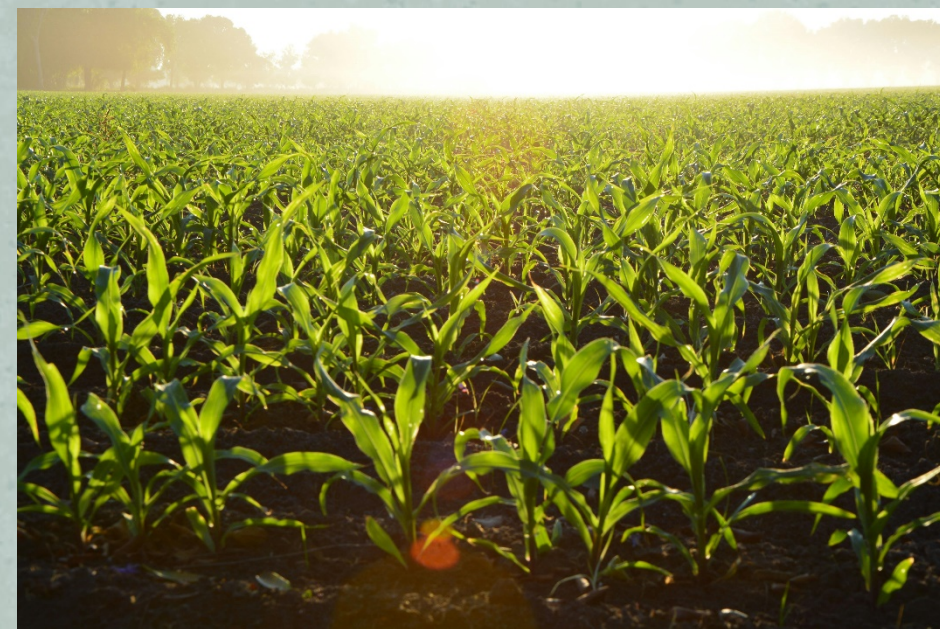


- ❑ Климатске промене индиректно утичу на исхрану стоке мењајући **физичке и хемијске особине биљака** које се користе у исхрани.
- ❑ Ова измена утиче на **квалитет сточне хране**, у зависности од степена загревања и јачине суше.
- ❑ Биљке реагују на топлотни стрес на различите физичке и хемијске начине, што је од утицаја на њихове **нутритивне параметре** (vlakna, протеине, азот, угљене хидрате и минерале).

Квалитет сточне хране



□ Интеракција између климатских фактора и квалитета сточне хране је сложена, што је илустровано на **слици 1**.

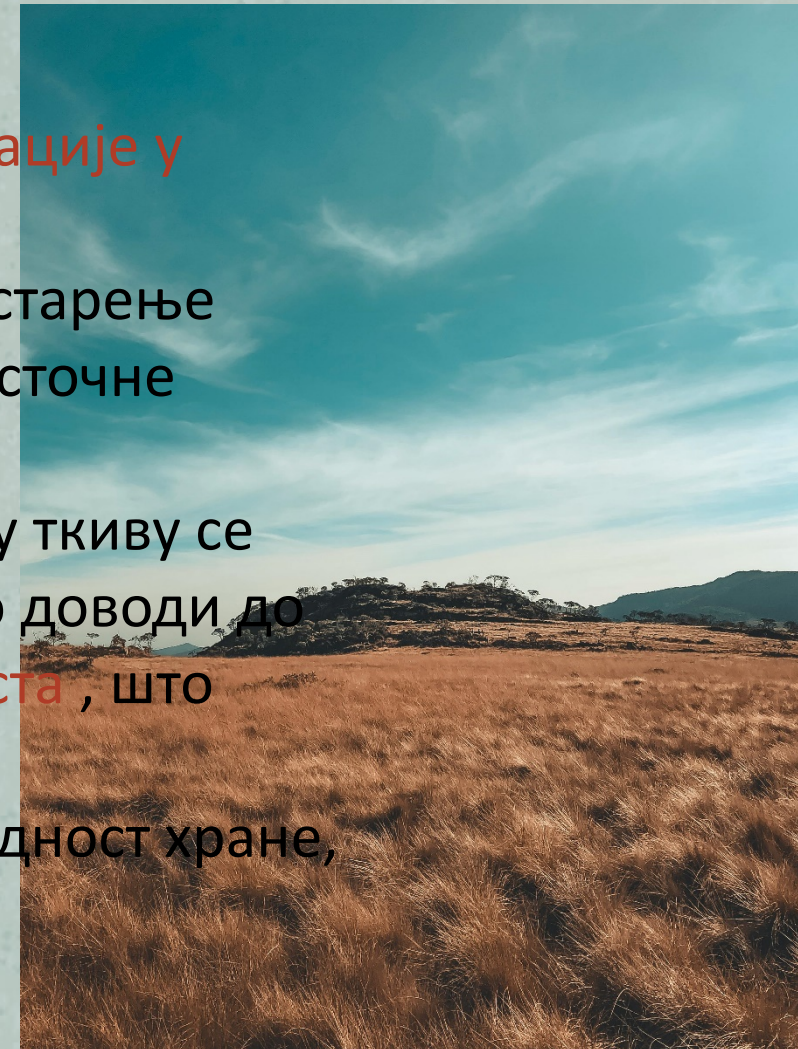


Слика 1. Просечан ефекат повећања CO₂ на кључне показатеље квалитета сточне хране [1].



Квалитет сточне хране

- ☐ Суви услови и високе температуре утичу на варијације у концентрацијама
- ☐ Екстремни временски услови изазивају прерано старење ткива у биљкама, драстично смањујући квалитет сточне хране.
- ☐ Брже сазревање биљака и смањен садржај воде у ткиву се дешавају чак и при благом топлотном стресу, што доводи до одређавања и неповољног однос стабљике и листа, што негативно утиче на сварљивост и квалитет.
- ☐ Више температуре могу смањити нутритивну вредност хране, потенцијално повећати производњу





TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842

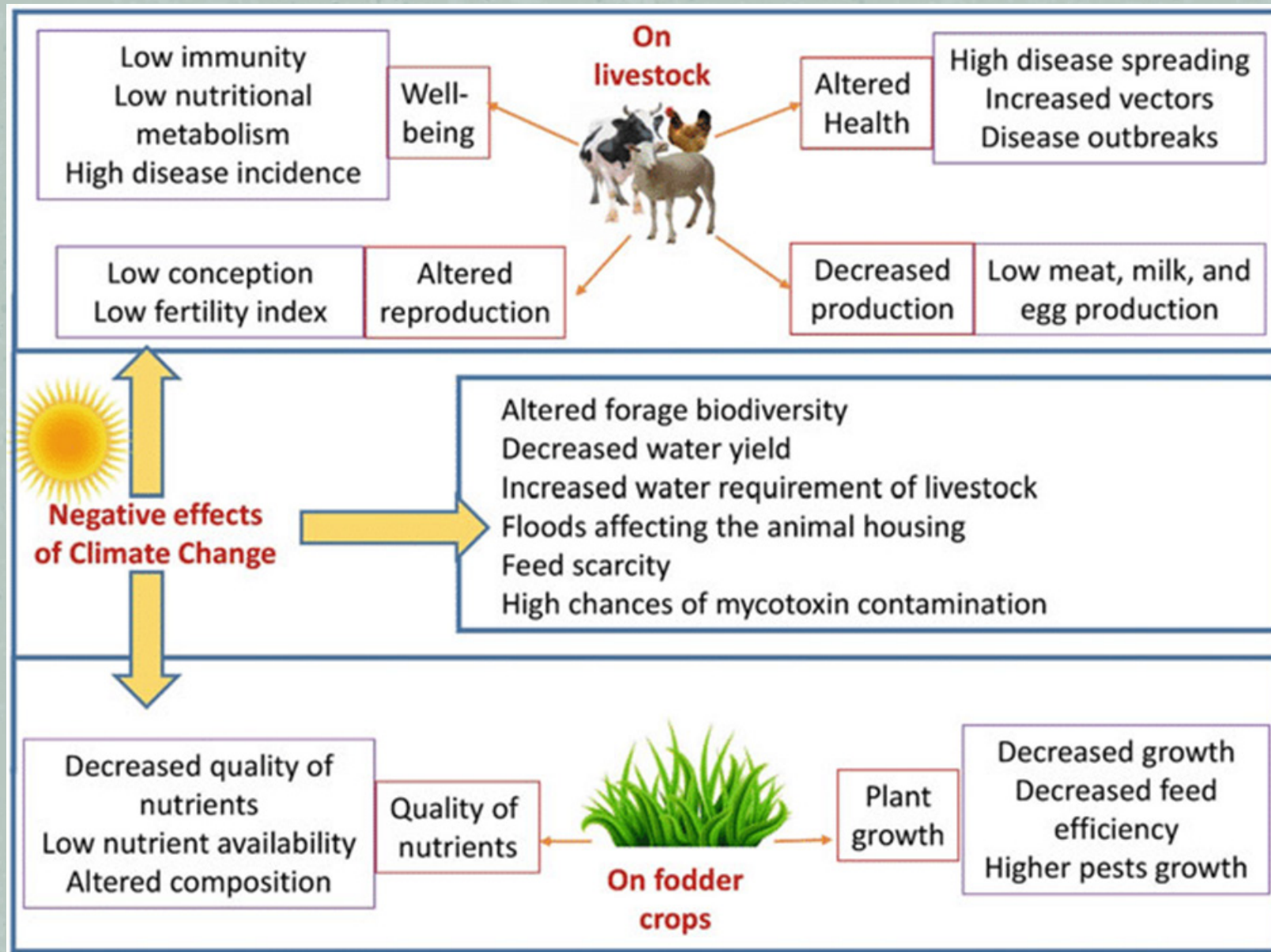


Funded by the
European Union



Квалитет сточне хране: C_3 и C_4 усеви

- ☐ Крмна храна се односи на јестиве делове биљака које животиње могу пасти или убирати за храну.
- ☐ Два главне врсте крмног биља су махунарке и траве, категорисане на основу анатомије листа у групе усева **хладне (C_3)** и **топле (C_4)** сезоне
- ☐ Повишени нивои CO_2 различито утичу на раст усева:
 - **C_4 усеви** (кукуруз и сирак) не реагују директно на повишене CO_2 , али могу индиректно имати користи од суше
 - **C_3 усеви** (соја и пшеница) дају веће приносе под повећаним концентрацијама CO_2
- ☐ **Падавине, температура и екстремни климатски догађаји** (суша), утичу на доступност хране, при чему усеви као што су пиринач, соја, сирак и кукуруз имају користи од повећаних падавина
- ☐ **Повећање температуре** генерално фаворизује C_4 врсте, иако обим ових користи варира у зависности од локалитета, биљних врста и производних технологија



Слика 2. Негативни утицаји климатских промена на сточарство [2]



USV 1842



Funded by the European Union



Квалитет сточне хране

- ☐ **Суша** доводи до значајног смањења приноса, посебно у топлим регионима, што утиче на усеве попут кукуруза и озиме пшенице, посебно током година са slabим приносом.
- ☐ **Више температуре на вишим географским ширинама** могу побољшати прилагодљивост усева и продужити сезону
- ☐ **Више температуре на нижим географским ширинама** могу погоршати водени стрес .
- ☐ **Више температуре и сушнији услови** фаворизују C_4 врсте, али такође могу повећати токсичност у одређеним биљкама.
- ☐ **Повишене концентрације CO_2** могу **смањити концентрацију протеина и минерала** у неким биљкама и повећати токсичност у другим.
- ☐ **Повишени нивои CO_2 такође** фаворизују биљке C_3 и промовишу ширење дрвећа на рачун трава, што представља ризик за равнотежу екосистема.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union



Квалитет сточне хране: травњааци и пашњааци

- ❑ Повећање просечне температуре значајно мења дистрибуцију биома и **састав** травњака и пашњака.
- ❑ Промене у обрасцима падавина и чешће суше могу довести до **краћих интервала раста пашњака**.
- ❑ Флуктуације температура, концентрација CO₂ и таложење азота доприносе **нижој продуктивности пашњака**.
- ❑ Пашњааци се карактеришу повећаном осетљивошћу на климатске промене због **ограничених могућности прилагођавања**, посебно у аридним и полусушним подручјима
- ❑ Очекује се да ће повећане температуре и смањене падавине **смањити приносе пашњака** и погоршати деградацију земљишта у овим регионима.





TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union

Вода



- ❑ **Недостатак воде** варира у зависности од доступности и потражње, при чему је **пољопривреда највећи потрошач**, са учешћем од 69% глобалне употребе воде
- ❑ У сточарској индустрији вода је неопходна за исхрану животиња, производњу сточне хране и прераду производа.
- ❑ **Сточарство** учествује са око 22% укупне светске евапотранспирације са пољопривредног земљишта и **41 % укупне употребе воде**.
- ❑ Упоредо са растом људске популације, повећава се и потражња за сточарским производима те се очекује да ће недостатак воде постати значајан ограничавајући фактор за пољопривредну производњу.



USV 1842



Funded by the European Union



Вода

- ❑ Климатске промене ће утицати на **доступност воде и њену употребу у сточарству**
- ❑ Растуће температуре могу довести до **повећане потрошње воде** по грлу и по хектару, укључујући и употребу воде за наводњавање
- ❑ **Пораст нивоа мора** представља изазов у напорима за **десалинизацију воде**
- ❑ **Конкуренција за воду** између сточарства, ратарства и непољопривредне употребе ће се интензивирати, што ће захтевати високоефикасне производне технологије за управљање недостатком воде
- ❑ **Квалитет воде ће опадати** због пораста температуре, нивоа мора и повећаног оптерећења седиментом, хранљивим материјама и загађивачима услед обилних **падавина**.
- ❑ **Лош квалитет воде** може да умањи потрошњу воде и хране за животиње и представља **опасност** по здравље.



Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји

- ☐ Климатске промене могу да **промене сезонске обрасце** и доступност ресурса и усева, утичући на стоку.
- ☐ Повећана фреквенција и трајање **топлотних таласа** изложиће животиње већем **топлотном стресу**.
- ☐ Испаша и управљање стоком могу се суочити са изазовима због промена у сезонским обрасцима доступности сточне хране.
- ☐ Екстремна суша представља претњу за производњу сточне хране, због чега су неопходне мере прилагођавања.
- ☐ Промене у времену отапања снега утичу на обрасце доступности воде током целе године, додатно утичући на снабдевање храном.



Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји

- ☐ **Топлотни таласи и суше** у континенталној климатској области Панонске низије значајно утичу на природне травњаке.
- ☐ **Предиктивна анализа** климатских промена на пет локација у Србији у два сценарија GHG емисије - RCP4.5 и RCP8.5. показала је да ће се природна вегетација травњака у будућности суочавати са чешћим сушама и екстремним врућинама (Табела 1, Слика 3).
- ☐ Климатске промене представљају ризик за **опстанак травних биљних врста**, посебно оних из северне умерене климе, које су кључне компоненте засејаних травњака за производњу крмива на ливадама и ораницама у Србији .
- ☐ **Природни диверзитет** може довести до развоја отпорности биљака на сушу и ширења врста отпорних на високе температуре и недостатак воде, као што су **корови и врсте нижег квалитета**.



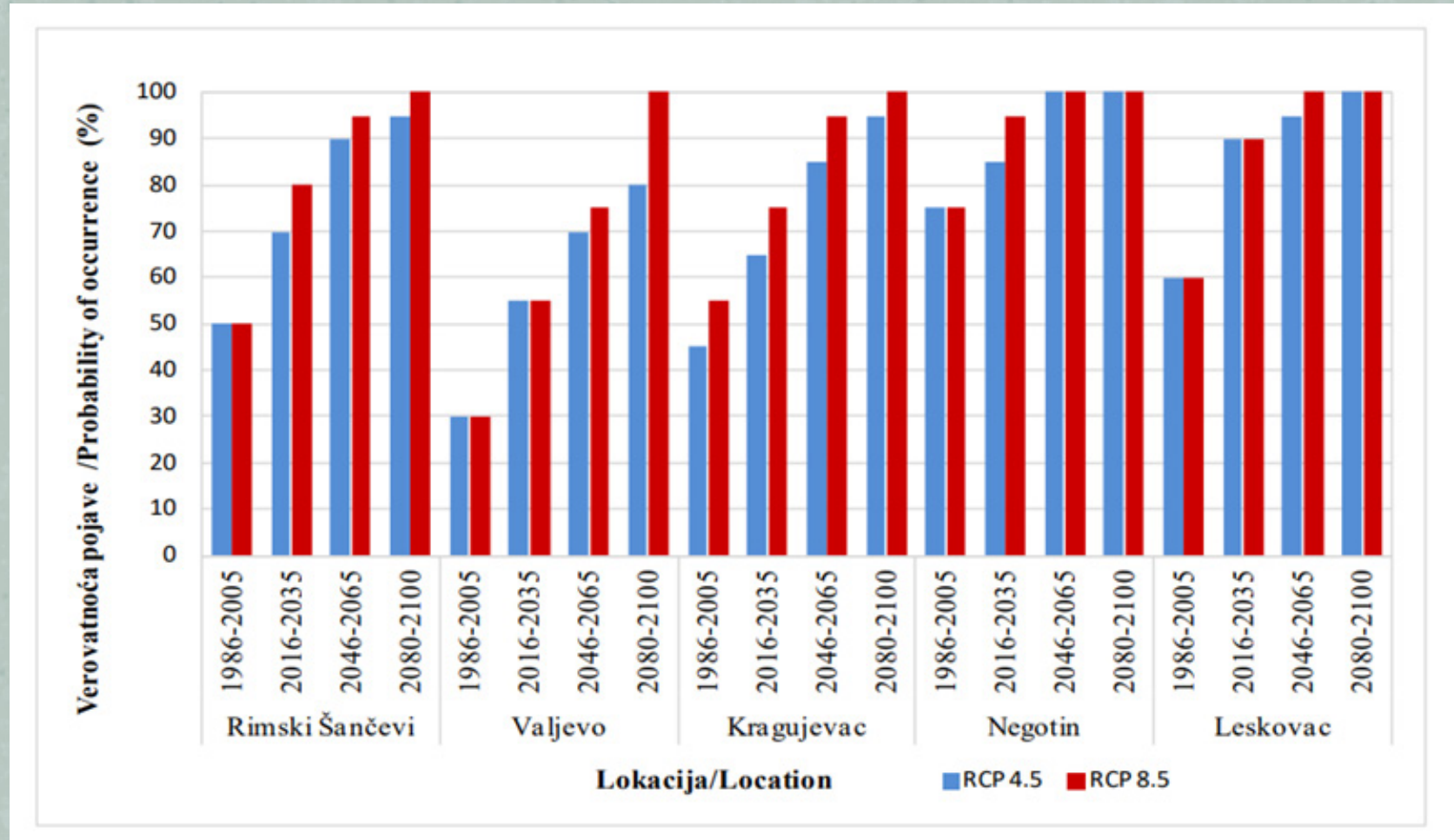
Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји

Табела 1. Симулирани број сушних дана на одабраним локалитетима у Србији [3]

Scenario	Period	Rimski Šančevi	Valjevo	Kragujevac	Negotin	Leskovac
RCP 4.5	1986–2005	101	95	100	106	101
	2016–2035	101	97	101	107	102
	2046–2065	103	99	103	109	105
	2080–2100	103	99	103	108	105
RCP 8.5	1986–2005	100	94	100	106	102
	2016–2035	101	96	101	106	101
	2046–2065	102	99	103	108	104
	2080–2100	106	103	107	111	109



Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји



Слика 3. Вероватноћа појаве (%) мах. дневних температура (> 30°C) дуже од 30 дана [3].



Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји

- ❑ Сезонске варијације и екстремни климатски догађаји могу **повећати морбидитет и морталитет** стоке.
- ❑ **Дуготрајне суше** доводе до несташнице воде и лошијег квалитета пашњака, смањујући имунитет стоке против заразних болести.
- ❑ **Недостатак ресурса** наводи животиње на испашу у подручја са већим ризиком од **заразних болести**, као што су резервати дивљих животиња, повећава интеракцију између животиња и **трансмисију болести**.
- ❑ Стока се може суочити са ризиком од излагања **новим патогенима** због повећаног контакта са **дивљим животињама** у подручјима испаше, као резултат крчења шума и промена у коришћењу земљишта.





Funded by the
European Union



Извори:

- [1] Dumont, B., Andueza, D., Niderkorn, V., Luscher, A., Porqueddu, C., & Picon-Cochard, C. (2015). A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: Specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass Forage Sci.* 70, 239-254
- [2] Jack, A. A., Adegbeye, M. J., Reddy, P. R. K., Elghandour, M. M. M. Y., Salem, A. Z. M., & Adewumi, M. K. (2022). Ruminant Productivity Among Smallholders in a Changing Climate: Adaptation Strategies. In: M. Lackner, B. Sajjadi, W.Y. Chen (Eds.) *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation* (pp. 1-41). Springer. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72579-2_148
- [3] Stričević, R., Simić, A., Vujadinović-Mandić, M., & Sokolović, D. R. (2021). Uticaj klimatskih promena na potrebe prirodnih travnjaka za vodom u Srbiji. *Journal of Agricultural Sciences* 66, 3, 291-307.



Funded by the
European Union



ДИРЕКТНИ ЕФЕКТИ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА ЕМИСИЈУ GHG

ЕНТЕРИЧКА ФЕРМЕНТАЦИЈА, УПРАВЉАЊЕ
СТАЈЊАКОМ И ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ

Др Душица Остојић Андрић



Funded by the
European Union

Увод



☐ Сточарска производња је значајан извор емисије гасова стаклене баште (GHG)- 14,5 % укупних антропогених емисија, односно 8,1 гигатона CO₂ еквивалента годишње .

☐ GHG задржава топлоту у Земљиној атмосфери, изазивајући пораст температуре и климатске промене .

☐ Метан (CH₄), азот-оксид (N₂O) и угљен-диоксид (CO₂) су **три примарна гаса стаклене баште** које емитује стока.



Увод



- ☐ **Угљен-диоксид** се ослобађа првенствено сагоревањем фосилних горива у енергетским машинама и сагоревањем биомасе путем микробне разградње.
- ☐ Емисије угљен-диоксида такође могу бити резултат претварања обрадивог земљишта у трајне травњаке (кроз промену намене земљишта) или прилагођавања у управљању пољопривредним земљиштем.
- ☐ **Метан** настаје при разградњи органског материјала у анаеробним условима (приликом ентеричке ферментације преживара, складиштења стајњака или органског отпада из прерађивачке индустрије).
- ☐ **Оксиди азота** се ослобађају током микробне трансформације азота у земљишту или у стајњаку.



Funded by the
European Union

Увод



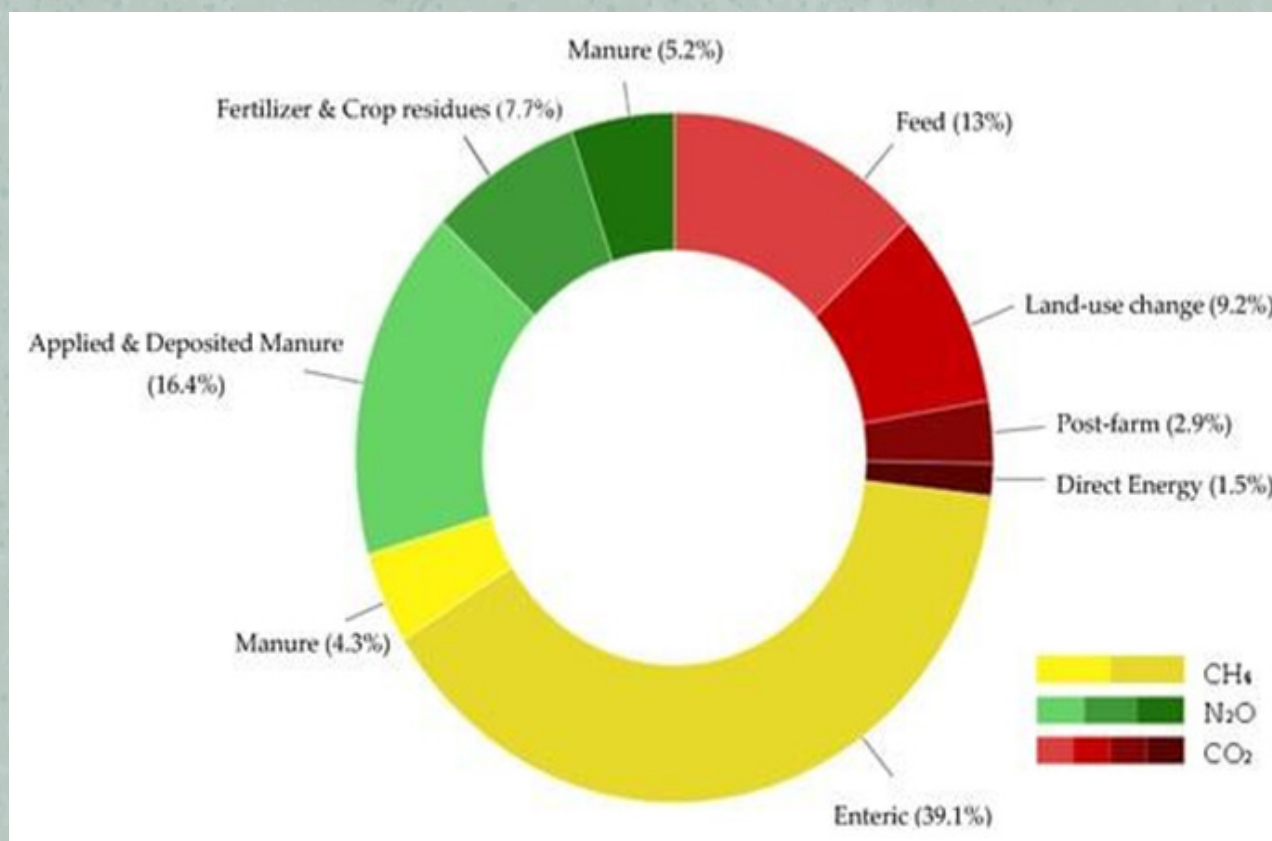
- ❑ Угљенични **отисак** је мера емисије CO₂ и других GHG које се ослобађају током људских активности као што су употреба енергије, транспорт и производња хране.
- ❑ Он квантификује укупне емисије GHG претварајући их у **CO₂ еквиваленте** на основу њиховог **потенцијала за глобално загревање (GWP)**.
- ❑ **Еквивалент CO₂ (CO₂-eq)** служи као јединица мере за угљен-диоксид и друге гасове стаклене баште (GHG) који доприносе глобалном загревању.
- ❑ Коришћењем CO₂-eq, могуће је **упоредити емисије** различитих гасова стаклене баште и **pratiti napredak** у смањењу укупних емисија гасова стаклене баште током времена.
- ❑ **Метан** има GWP вредност 28-36 пута већу од CO₂ током 100 година, док **азот оксид** има GWP вредност 265 пута већу од CO₂.



Увод



- ❑ Метан (CH_4), азот-оксид (N_2O) и угљен-диоксид (CO_2) чине 50%, 24% и 26% емисија, респективно, у ланцу снабдевања животињским производима (Слика 1).

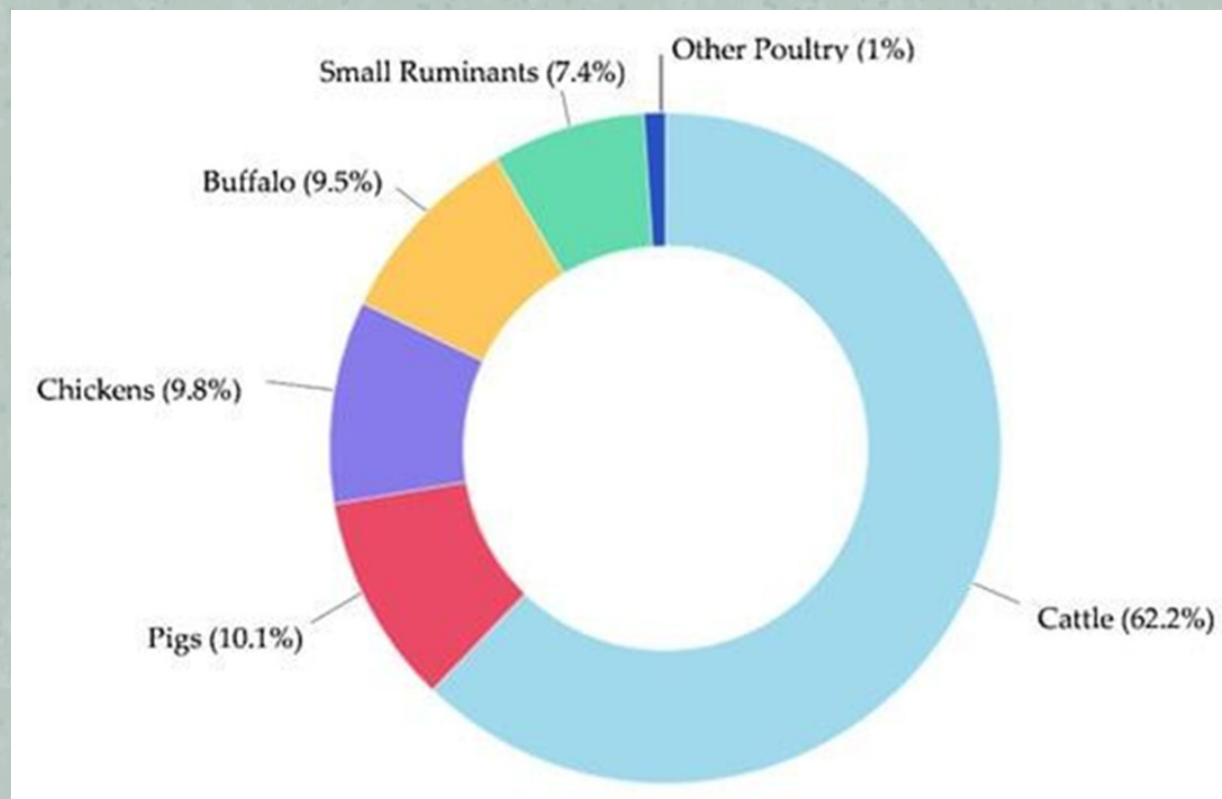


Слика 1. Емисије GHG из различитих извора у сточарству [1].

Увод



- ❑ **Говеда** чине око 62% укупних емисија стоке, при чему млечна и товна говеда емитују сличне количине (Слика 2) .
- ❑ **Остале врсте**, укључујући свиње, живину, биволе и мале преживаре, појединачно чине 7-11 % емисија .



Слика 2. Емисије GHG по врстама стоке [2].





Увод

- ❑ Поређење емисија заснованих на **производњи протеина** открива различите нивое интензитета међу различитим врстама животињских производа.
- ❑ **Бивоље месо има највећи интензитет емисије**, у просеку 404 кг CO₂eq по кг произведеног протеина.
- ❑ Следи **производња говеђег меса** са просечно 295 кг CO₂eq по кг протеина, док месо и млеко малих преживара и бивоље млеко емитују 201, 148, односно 140 кг CO₂eq по кг протеина.
- ❑ Производи са **најмањим интензитетом емисије** (мање од 100 кг CO₂eq по кг протеина) укључују кравље млеко, живинско месо, јаја и свињетину.



Увод



- ❑ **Директне емисије** потичу из сточарства и обухватају ослобађање штетних гасова кроз ентеричку ферментацију и стајњак, а могу укључивати емисије из пратеће потрошње енергије.
- ❑ **Индиректне емисије** првенствено потичу од производње сточне хране и повезаних промена у коришћењу земљишта.
- ❑ Релативни **односи** директних и индиректних емисија остају **неразјашњени**, без коначне одлуке о томе која врста има већи удео.

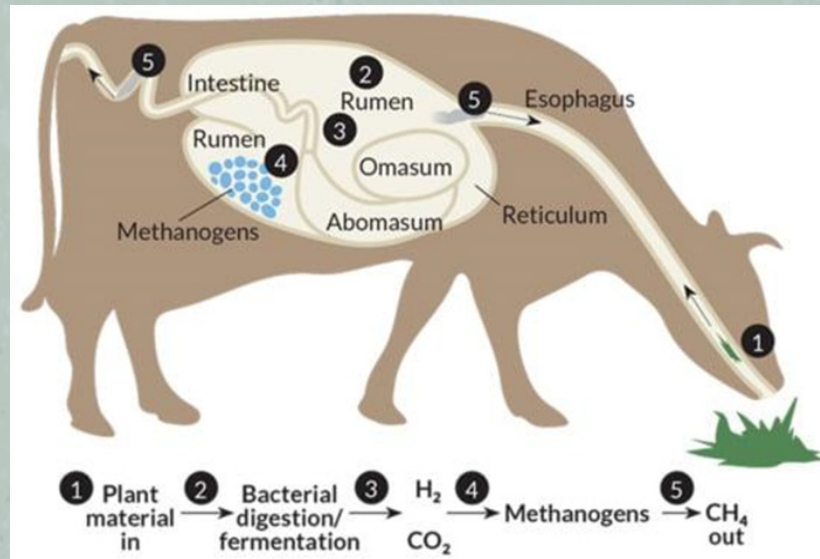


Climate Focused Agricultural Vocational Education (CLIAVE) www.clave.net



Ентеричка ферментација

- У дигестивном систему преживара (слика 3), одиграва се процес ентеричке ферментације која подразумева разградњу органске материје у којој преовлађују влакнаста –целуозна хранива под утицајем присутне микрофлоре
- Овај јединствени процес **претвара** тешко разградиве супстанце попут **целулозе и лигнина** у нутритивно вредне супстанце за људску исхрану.



Слика 3. Ентеричка ферментација и метаногенеза код преживара [3].

- Ентеричка ферментација такође производи **метан** – штетан гас који преживари емитују у животну средину издисањем, подригивањем и дефекацијом.
- Преживари** највише доприносе емисији метана од свих врста домаћих животиња.

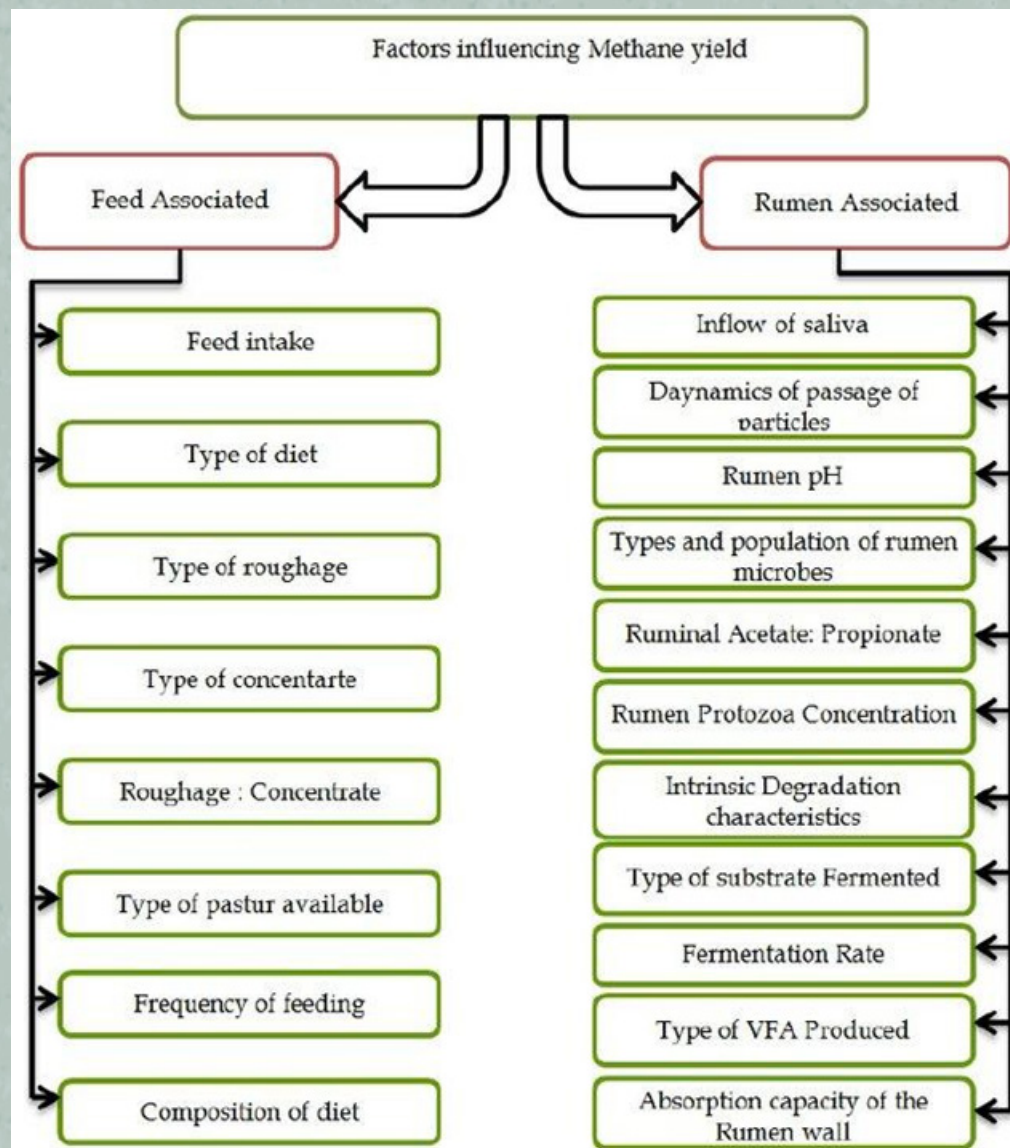


Ентеричка ферментација



- ❑ **Метан из ентеричке ферментације** доприноси 39% укупних емисија GHG (Слика 1) и има 28 пута већи потенцијал загревања атмосфере од CO₂.
- ❑ **Непреживари такође производе метан, али у знатно мањим количинама у односу на преживаре .**
- ❑ Са обзиром на значајан допринос метана преживара и његов негативан утицај на продуктивност, **ефикасне стратегије за ублажавање утицаја** су кључне.
- ❑ Ове стратегије имају за циљ да **минимизирају производњу метана** уз одржавање или побољшање продуктивности и добробити животиња.
- ❑ **Фактори који утичу на производњу метана** код преживара укључују унос хране, количину и квалитет хранљивих материја, са већом сварљивошћу што доводи до смањене синтезе метана и повећане продуктивности животиња (Слика 4) .
- ❑ Истраживања проучавају **напредне молекуларне и биохемијске технике** поред прилагођавања исхране и манипулације буражним варењем.

Ентеричка ферментација



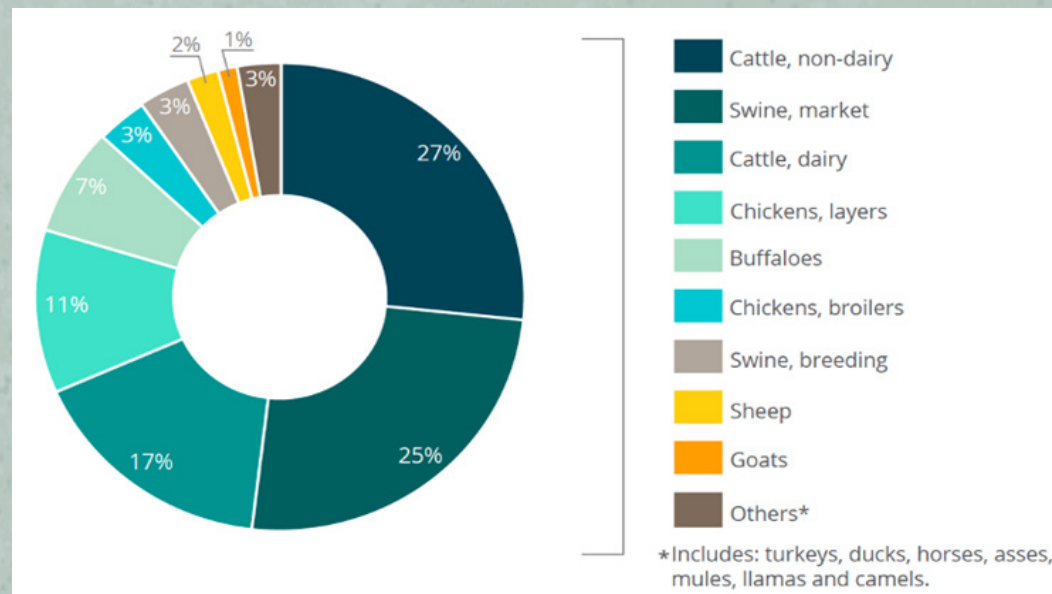
❑ Повећани унос хране доводи до веће емисије метана, док фактори као што су здравствено стање животиња и адитиви у исхрани такође утичу на емисије.

❑ Врста преживара, производни системи и регионалне карактеристике заједно утичу на брзину којом се енергија хране претвара у метан.

Слика 4. Фактори који утичу на метаногенезу код преживара [4].

Управљање стајњаком

- ❑ Интензивирање и специјализација сточарске производње доводе до повећања производње стајњака значајног извора GHG као што су метан и азот оксид .
- ❑ Ђубриво доприноси скоро 10% укупне GHG емисије .
- ❑ За разлику од ентеричне ферментације, која претежно ослобађа метан, стајњак је супстрат за ослобађање и NO₂ и CH₄ .
- ❑ Удео CH₄ и NO₂ емисија из стајњака у укупној емисији GHG износи 4,3% и 5,2%
- ❑ Говеда и свиње су примарни извори емисије метана из стајњака, као што је приказано на слици 5.



Слика 5. Допринос различитих сектора сточарства емисијама из стајњака [5].



Funded by the
European Union

Управљање стајњаком



- ❑ На емисије GHG од стајњака утичу **услови животне средине** :
 - температура и влажност
 - трајање складиштења и руковања стајњаком,
 - врста сточне хране.
- ❑ **Формирању** метана погодују **анаеробни** услови
- ❑ **Аеробни** и **анаеробни** услови су неопходни за стварање **азотних** **оксида** из амонијака.



Управљање стајњаком



- ❑ Највећи нивои азотних **оксида се емитују када се** стајњак депонује у **чврстом стању или распростире** по земљи.
- ❑ Када се стајњак складишти у **течном стању** (лагуне), емисије гасова иду у корист **метана**.
- ❑ Ови налази наглашавају важност разматрања различитих **пракси управљања стајњаком** како би се ефикасно ублажиле емисије гасова стаклене баште у системима сточарске производње.



Потрошња енергије



- ❑ Енергија је кључна компонента у различитим процесима унутар сточарства: производња ђубрива, употреба машина и транспорт сточне хране и стоке.
- ❑ Рад на фарми захтева енергију за грејање/хлађење, храњење, вентилацију, осветљење, воду и управљање стајњаком.
- ❑ **Електрична енергија** се претежно користи за осветљење, храњење и системе за воду.
- ❑ **Фосилна горива** се обично повезују са директном потрошњом енергије за управљање стајњаком и грејање.
- ❑ Производња сточне хране и производња животињских производа подразумевају **значајну потрошњу енергије**.



Funded by the
European Union

Потрошња енергије



- ❑ **Фосилна горива** служе као примарни извор енергије у сточарству, доприносећи додатној емисији CO₂.
- ❑ Око 25% укупних емисија у сектору сточарства приписује се потрошњи енергије укљученој у циклус производње животињских производа.
- ❑ У оквиру овог циклуса, **производња сточне хране** - концентрата, конзервисане хране или пашњака, препозната је као **енергетски интензиван процес**.
- ❑ Међутим, постоје аналитички изазови у вези са потрошњом енергије у производњи сточне хране, јер се често дешава ван фарме и не приписује се доследно сектору сточарства у званичној пољопривредној статистици.



Funded by the
European Union



Потрошња енергије



- ❑ Процеси производње, складиштења и транспорта сточне хране захтевају **значајне енергетске инпуте**, укључујући гориво, ђубрива и пестициде.
- ❑ Производња животињских производа је у суштини енергетски неефикасна, са значајним делом енергије која се троши на одржавање телесних и физиолошких процеса, а не на структуре које се директно користе за исхрану људи.
- ❑ На потрошњу енергије у сточарској производњи утичу различити фактори укључујући врсту и врсту животиња, географску локацију, агроеколошке услове и производни систем.
- ❑ Све у свему, потрошња енергије у сточарству је концентрисана на производњу сточне хране, смештај и управљање стајњаком, наглашавајући могућности за потенцијалне стратегије уштеде енергије и иницијативе за одрживост.

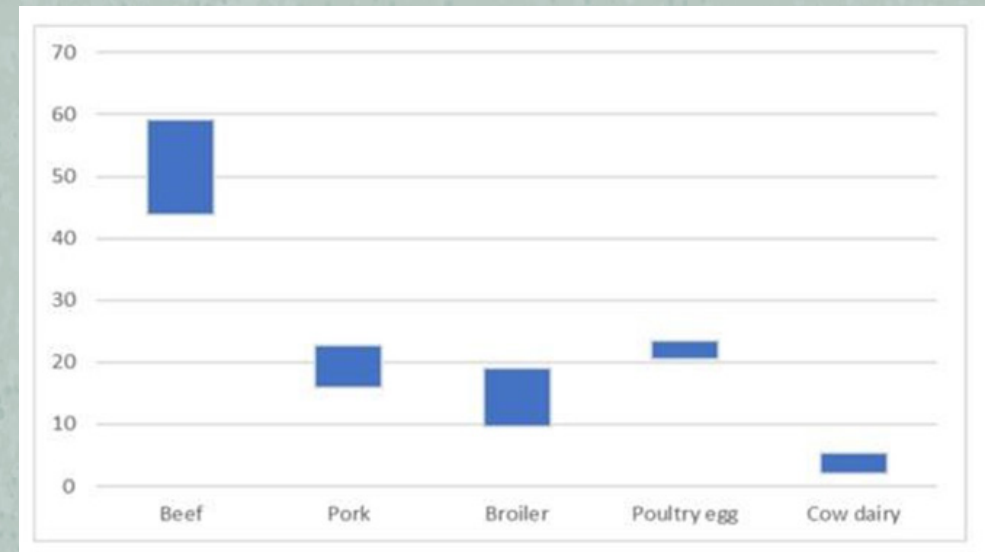


Потрошња енергије



❑ Постоје значајне варијације у потрошњи енергије у различитим системима сточарске производње (Слика 6):

- Производња млека се креће од 2,1 до 5,3 MJ/kg по ECM (Energy Corrected Milk).
- Производња у систему крава-теле захтева око 59,2 MJ/kg.
- Производња свињског меса креће се од 15,9 до 22,7 MJ/kg.
- Производња бројлера троши између 9,6 и 19,1 MJ/kg.
- Производња јаја се креће од 3,5 до 20,5 MJ/kg



Слика 6. Потрошња енергије у производњи животињских производа у односу на врсту стоке (MJ/kg) [6].

Потрошња енергије



Табела 1. Интервали енергетских инпута (ниски-високи) за индиректну (хранива) и директну потрошњу у различитим производним системима (MJ/kg) [6].

Производни систем	Сточна храна		Директна употреба енергије	
	Ниско	Високо	Ниско	Високо
Кравље млеко	1.11	4.4	0,54	1.76
Говедина	17.34	27.23	9.36	31.97
Свињетина	11.6	16.41	2.6	11.1
Бројлери	6.5	14.82	0.5	6.6
Јаја	10.3	13.2	0.6	10.3

- ❑ **Производња хранива** је доминантан индиректни енергетски унос, који чини 75% потрошње у свим сточарским системима у ЕУ27, осим производње говедине (Табела 1).
- ❑ Директна потрошња енергије у **производњи говедине** првенствено се приписује смештају, исхрани и управљању стајњаком.
- ❑ У **производњи млека** у великој мери се приписује млици, хлађењу млека и загревању воде.
- ❑ **Говедарство** има највећи **енергетски интензитет** по килограму производње меса, затим свињарство и живинарство.





Потрошња енергије

- ❑ Са интензивирањем пољопривреде, сектор сточарства мора прећи на **одрживије методе** производње како би се ублажио утицај на животну средину и смањиле емисије штетних гасова.
- ❑ Ова промена подразумева усвајање **алтернативних и еколошки прихватљивих производних технологија** заснованих на еколошким принципима.
- ❑ Прихватање **обновљивих извора** енергије биће кључно за постизање еколошке одрживости у сточарској индустрији.
- ❑ Прелазак на одрживе праксе у сточарској производњи је од суштинског значаја за смањење емисије гасова стаклене баште и **промовисање очувања животне средине**.

ИЗВОРИ



[1] Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. *Tackling Climate Change through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133417883>

[2] Dashboardold | Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Retrieved 24 March 2023, from

<https://www.fao.org/gleam/results/en/>

<https://doi.org/10.1093/af/vfy034>

[3] Zhao, Y., Nan, X., Yang, L., Zheng, S., Jiang, L., & Xiong, B. (2020). A Review of Enteric Methane Emission Measurement Techniques in Ruminants. *Animals*, 10(6), Article 6.

<https://doi.org/10.3390/ani10061004>

[4] Liu, G. (2012). *Greenhouse Gases: Capturing, Utilization and Reduction*. BoD Books on Demand.

[5] [Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., & Williams, A. G. \(2019\). Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9\(1\), 69–76.](#)

<https://doi.org/10.1093/af/vfy034>

[6] Paris, B., Vandorou, F., Tyris, D., Balafoutis, A. T., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D., & Papadakis, G. (2022). Energy Use in the EU Livestock Sector: A Review Recommending Energy Efficiency Measures and Renewable Energy Sources Adoption. *Applied Sciences*, 12(4), Article 4.

<https://doi.org/10.3390/app12042142>



USV 1842



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



ИНДИРЕКТНИ ЕФЕКТИ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА GHG ЕМИСИЈУ

ПРОИЗВОДЊА СТОЧНИХ ХРАНИВА И ПРОМЕНА
НАМЕНЕ ЗЕМЉИШТА

Др Душица Остојић Андрић

Увод



- ❑ Производња сточних хранива генерише највеће количине **CO₂**, које потичу од **производње ђубрива, пестицида и транспорта**.
- ❑ Емисије **NO₂** произилазе из **употребе ђубрива, стајњака и узгоја крмних махунарки**.
- ❑ Емисије **CH₄** у **производњи** сточних хранива су **значајно мање** у поређењу са CO₂ и N₂O.
- ❑ Производња сточне хране често доводи до **промена у намени земљишта** као што је крчење шума, што додатно утиче на климатске промене.
- ❑ Око 50% емисија N₂O и CH₄ потичу од ђубрења крмних усева и примене стајњака на пашњацима.
- ❑ Четвртина укупних емисија отпада на повезане промене у коришћењу земљишта.



Funded by the
European Union

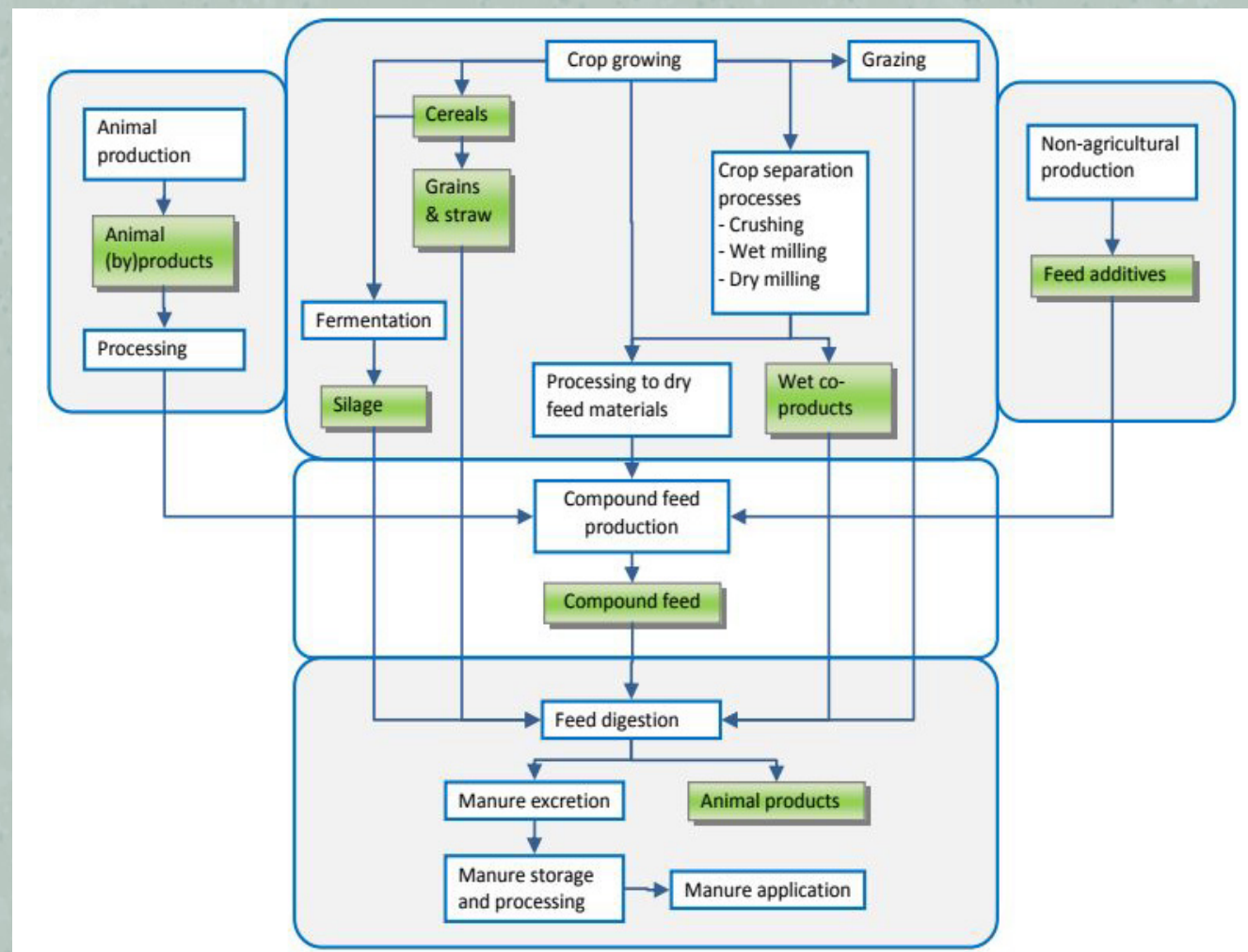
Производња сточних хранива



- ☐ Емисије GHG изазване производњом, прерадом и транспортом сточних хранива чине око **45% укупних емисија** из сточарства.
- ☐ Производња хранива у живинарству и свињарству доприноси 60–80% емисије GHG, док у говедарству тај удео износи 35-45%.
- ☐ Производња сточних хранива је комплексан процес који се састоји од различитих технолошких фаза.
- ☐ У свакој фази процеса производње сточних хранива, долази до емисије одређене количине штетних гасова.
- ☐ Различити агроеколошки услови и технологије исхране и гајења животиња значајно утичу на величину емисије у различитим регионима и на локалном нивоу.
- ☐ Модели за процену емисија из производње сточних хранива захтевају укључивање великог броја чинилаца и обимних информација за анализу.



Производња сточних хранива



Слика 1. Дијаграм целокупног процеса производње и искоришћавања сточне хране (зелена поља представљају сточну храну) [1]

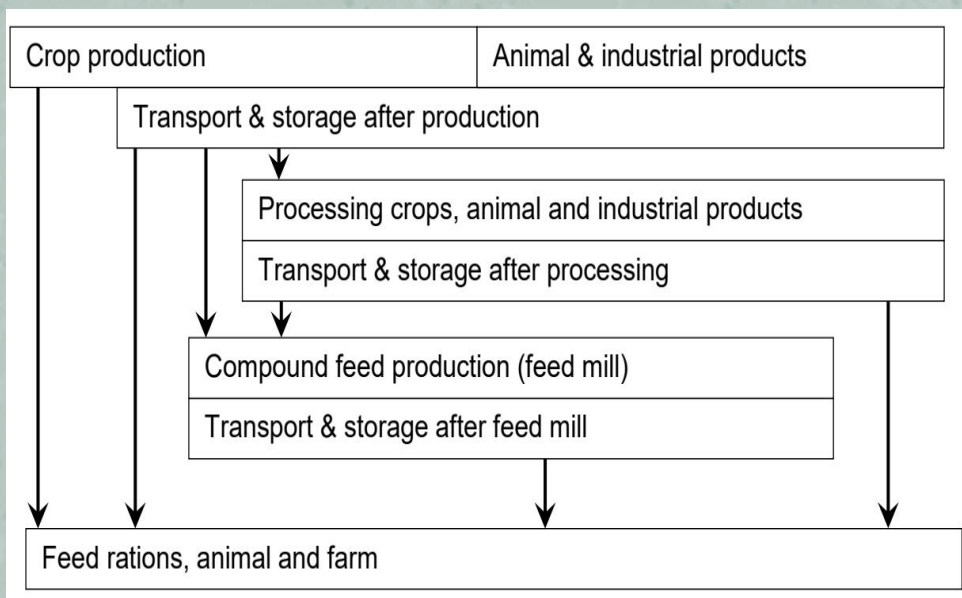


Производња сточних хранива

- ❑ Разноврсност сточних хранива је велика.
- ❑ **Пашњаци** се користе на месту производње па нема емисија из процеса складиштења и транспорта.
- ❑ **Конзервисана хранива** (силажа и сено), захтевају складиштење и често обраду, што повећава ниво емисија при њиховој производњи.
- ❑ Производња **кормних смеша** захтева индустријску прераду а свака компонента захтева одређене инпуте и енергију, што утиче на емисију GHG.
- ❑ **Складиштење и транспорт** су додатни фактори који утичу на емисију, а јављају се у свакој фази производње.
- ❑ У производном ланцу разликујемо инпуте, активности и споредне ефекте, које одликују одређене карактеристике емисије.
- ❑ **Укупна емисија** је резултат коришћених инпута и активности

Производња сточних хранива

□ У већини случајева може се рећи да је **укупна емисија резултанта** емисија насталих у следећим **процесима** производње хранива:



Слика 2. Односи између поступака у производњи сточне хране [2]

- Гајење усева
- Транспорт
- Складиштење
- Ђубрење
- Употреба механизације
- Употреба пестицида
- Индустријска обрада
- Употреба фосилних горива и електричне енергије
- Остало



Funded by the
European Union



Производња сточних хранива

- ❑ **Производња усева** укључује различите фазе и активности - од семенског материјала до прераде и употребе у сточним смешама.
- ❑ **Коришћење инпута** као што су ђубрива, пестициди и горива генерише емисије GHG у различитим фазама производње усева.
- ❑ Неки инпути, као што су **азотна ђубрива и горива**, изазивају емисије GHG током фазе потрошње, док пестициди, фосфатна или калијумова ђубрива нпр. не изазивају емисије у овој фази.
- ❑ **Употреба механизације** за орање и ђубрење захтева потрошњу енергије и генерише повезане емисије GHG.
- ❑ **Процене емисије GHG** за различите форме сточне хране приказане су у табели 1.



Производња сточних хранива

Табела 1. Процењена GHG емисија у производњи трава, кукуруза и луцерке (у грамима CO₂-eq по кг производа) [2].

Храниво	Трава, свежа	Трава, силажа	Трава, сува	Кукуруз, силажа	Кукуруз, суви	Луцерка, свежа	Луцерка, силажа	Луцерка, сува
CM садржај (g/kg)	163	474	918	301	909	200	403	910
GHG емисија (gCO ₂ -eq/ kg)								
Култивација	87	240	201	49	49	68	149	68
Транспорт до обраде			35		35			35
Фактор алокације			3.39		3.39			3.39
Од култивације (укључујући алокацију)			682		166			231
Обрада (сушење)	0	0	1168	0	1157	0	0	1168
Укупно за култивацију, обраду и транспорт (збир претходних)			1885		1358			1434
Транспорт до фабрике сточне хране								
Фабрика сточне хране								
Финализација у фабрици								
Транспорт до фарме	0	0	10	0	10	10	10	10

Производња сточних хранива

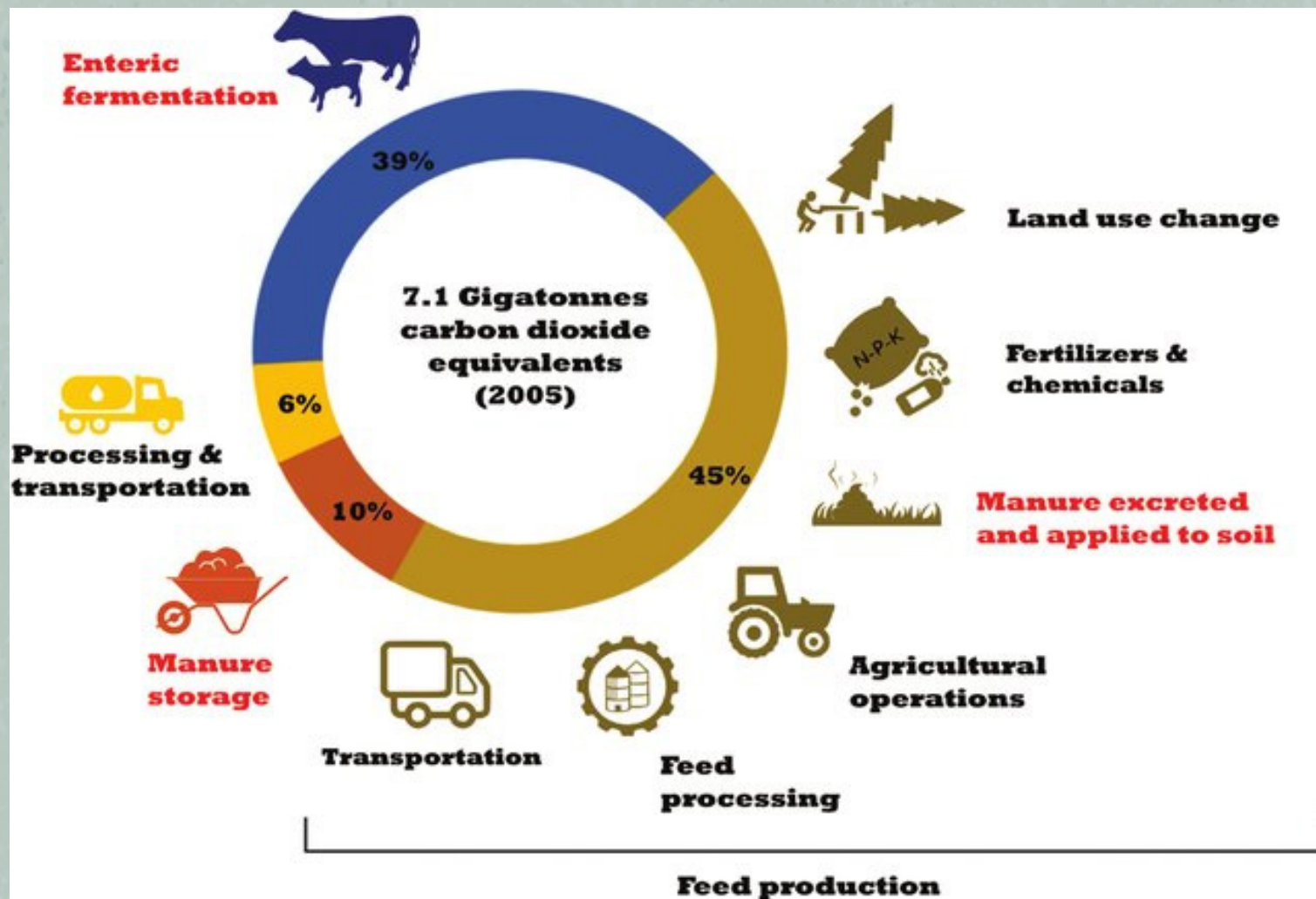


- ☐ **Угљенични отисак сточних хранива** је подложен варијацијама услед различитих фактора, укључујући врсту хране, методе производње и географску локацију.
- ☐ Хранива која захтевају више азотних ђубрива имају већи угљенични отисак (**кукуруз, соја и пшеница**).
- ☐ **Азотна ђубрива** захтевају велике количине енергије за производњу и могу да ослободе **азотоксид**, моћан гас стаклене баште.
- ☐ **Производња и транспорт азотних ђубрива** доприносе емисији GHG, што додатно утиче на угљенични отисак.
- ☐ Емисије GHG по тони азотних ђубрива варирају широм света, а **примена фосфора и калијума** нема утицај на емисије.



Funded by the
European Union

Производња сточних хранива



Слика 3. Доприноси емисија из различитих процеса у производњи сточних хранива и директне емисије (црвени текст) [3;4].



Производња сточних хранива

- ❑ **Стајњак** је важан извор органске материје за земљиште, али његова употреба може изазвати значајне емисије азотооксида, које чине око половине укупних емисија.
- ❑ Када се стајњак користи у великим количинама, може доћи до негативних нуспојава у виду високог садржаја азота, што може изазвати **еутрофикацију и ацидификацију**.
- ❑ При гајењу животиња **на пашњацима**, њихов екскрет одлаже се у земљиште, што доприноси GHG емисијама.
- ❑ Примена стајњака на травњацима или ораницама може смањити употребу синтетичких ђубрива, што би требало да смањи емисије GHG из производње синтетичких ђубрива.
- ❑ Добро управљање стајњаком може допринети смањењу потребе за вештачким ђубривима.

Производња сточних хранива



- ❑ **Транспорт сточне хране** на велике удаљености генерише емисије гасова стаклене баште (CO₂ и азотне оксиде) од камиона, бродова и других возила.
- ❑ У производњи **јунећег меса**, допринос **транспорта** укупној емисији гасова стаклене баште је **мањи од 4%**, а за **свињско месо** износи **16%**.
- ❑ Емисије из фосилних горива и електричне енергије углавном настају из транспорта и рада машина.
- ❑ **Електрична енергија** која се користи за производњу сточне хране настаје из различитих извора, укључујући фосилна горива, нуклеарну и хидроенергију, а ефикасност њене производње разликује се у зависности од коришћене технологије.



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



Производња сточних хранива

- ❑ **Индустријска обрада сточне хране** може имати значајан утицај на емисије GHG, директно и индиректно.
- ❑ **Директни утицај** односи се углавном на потрошњу електричне енергије и фосилних горива код употребе машина и механизације у процесима производње, као и транспорт инпута и хранива.
- ❑ **Индиректни утицај** је нпр. онај који употреба индустријски обрађених сточних хранива може имати на **особине стајњака**. Наиме, **богатији састава нутријената** оваквих хранива одражава се и на карактеристике стајњака што може резултовати **повећаном емисијом CH₄ и N₂O**.
- ❑ Може се закључити да у оквиру сектора производње сточне хране, фаза њене индустријске прераде представља важну област у настојањима за смањење угљеничног отиска.



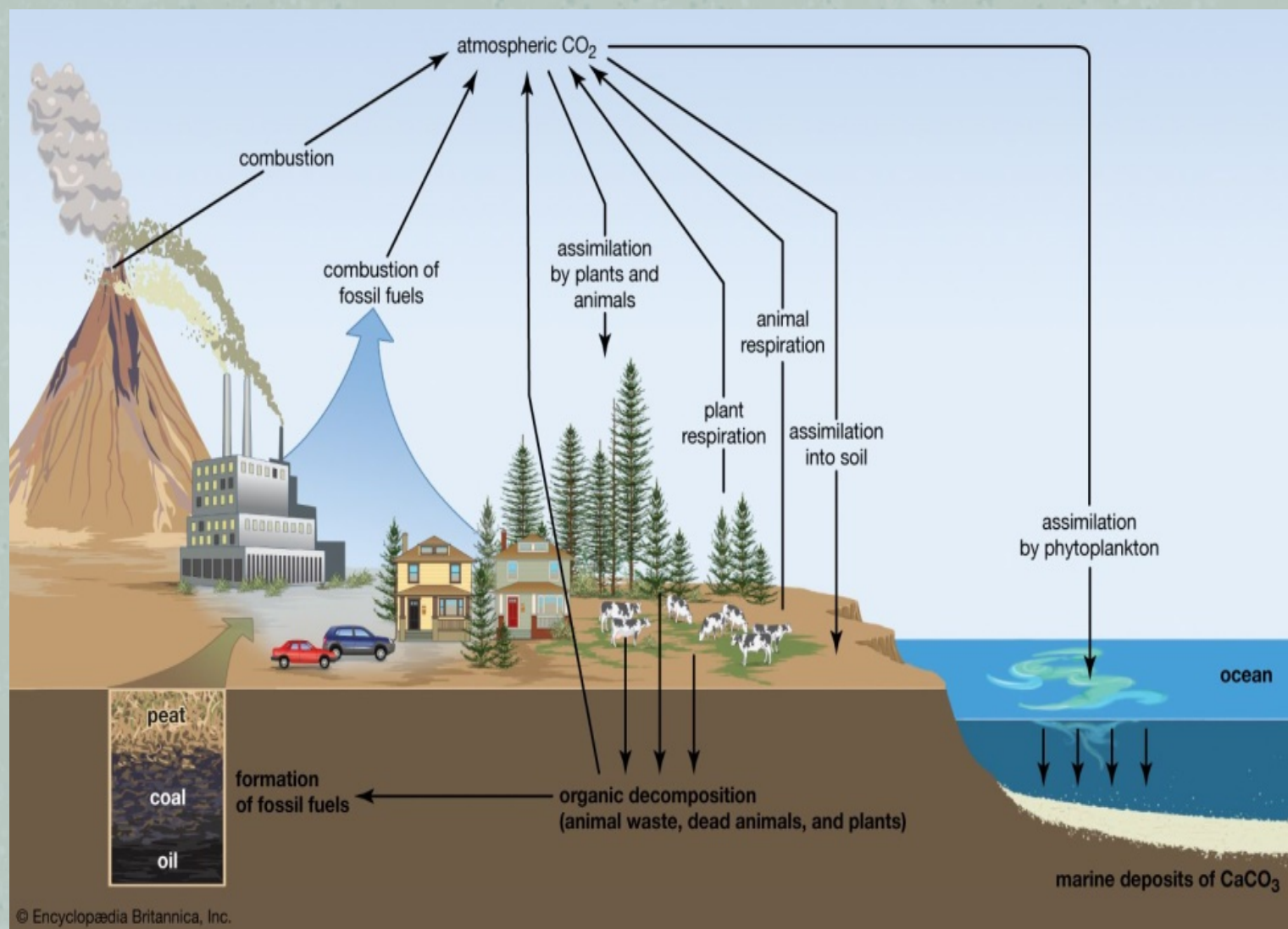
Funded by the
European Union



Промена намене земљишта

- ❑ Пољопривредно земљиште чини око 40% светске површине копна.
- ❑ Од те површине, око 60% се користи за исхрану стоке.
- ❑ Пројектовани раст људске популације предвиђа повећање потражње за анималним производима.
- ❑ То ће довести до потребе за већом површином за гајење биљних култура које се користе у исхрани стоке.
- ❑ Интензификација пољопривреде и сточарства одвија се убрзаним темпом.
- ❑ Промена намене земљишта, као што је претварање шума у обрадиве површине, негативно утиче на климу.
- ❑ Ослобађање угљендиоксида у атмосферу и немогућност апсорбовања и складиштења угљеника нарушава угљенични циклус (слика 4).
- ❑ Убрзана индустријализација доприноси погубном утицају на животну средину, посебно у смислу климатских промена.

Промена намене земљишта



Слика 4. Угљенични циклус [5]



Funded by the
European Union



Промена намене земљишта

- ☐ **Фотосинтезом**, биљке усвајају угљендиоксид из атмосфере и складиште га у биомаси.
- ☐ **Шумско земљиште** има бољу способност усвајања угљеника у односу на обрадиве површине и пашњаке.
- ☐ **Конверзија** шумског у обрадиво земљиште и пашњаке резултује емисијом великог дела ускладиштеног угљеника у атмосферу.
- ☐ Постоји више метода за процену емисије гасова стаклене баште услед промене намене земљишта.
- ☐ Научна заједница још увек није постигла сагласност у погледу поузданости тих метода.
- ☐ У табели 2. су приказане вредности емисије добијене различитим методологијама процене.



Промена намене земљишта



Табела 2. Вредности GHG емисија услед промене намене земљишта (зелена поља) поређење различитих методологија процене [2]

	Пшеница Француска	Соја Бразил	Семе уљане репице Немачка	Плодови палми Малезија
Унос N кроз органско ђубриво (kg/ha)	29	41	62	27
Унос N кроз вештачко ђубриво (kg/ha)	119	3	200	130
Принос главног производа (kg/ha)	6565	2442	3610	21300
Принос споредног производа (kg/ha)	3764	0	0	0
Емисије алокације за главни производ	0.78	1	1	1
GHG за главни производ (g/kg)	337	477	1032	604
Емисије услед промене земљишта:				
FeedPrint (засновано на 1180 kg/ha) (g/kg)	141	483	327	55
Audsley и сар. (2010) (1430 kg/ha)* (g/kg)	171	585	396	67
FAO (2010) (g/kg)	0	7690	0	
Leip и сар. (2010) (g/kg)	35	1099 – 1207	153	



Funded by the
European Union



Промена намене земљишта

- ❑ Промена намене земљишта већ је значајно и негативно допринела климатским променама, али су побољшања ипак могућа.
- ❑ Важна је благовремена и континуирана примена **побољшаних пољопривредних пракси** и активности за **ублажавање утицаја на шуме** чиме се може значајно допринети уклањању угљен-диоксида из атмосфере:
 - побољшано управљање усевима и пашњацима—нпр. ефикаснија употреба ђубрива за спречавање испирања неискоришћених нитрата,
 - праксе обраде тла које минимизирају ерозију тла,
 - обнављање органског земљишта и рестаурација деградираних земљишта.

ИЗВОРИ



[1] Blonk, T.J. and Ponsioen, 2010. Towards a tool for assessing carbon footprints of animal feed. Report Blonk Milieu Advies, November 2009, Gouda, the Netherlands, 62 pp.

[2] Vellinga, T. V., Blonk, H., Marinussen, M., Zeist, W. J. van, & Starman, D. a. J. (2013).

Methodology used in FeedPrint: A tool quantifying greenhouse gas emissions of feed production and utilization (No. 674; p. 121). Wageningen UR Livestock Research.

<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/438366>

[3] Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Tackling Climate Change through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133417883>

[4] Gerber, P. J., Hristov, A. N., Henderson, B., Makkar, H., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A. T., Yang, W. Z., Tricarico, J. M., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J., & Oosting, S. (2013). Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: A review. *Animal*, 7(s2), 220–234.

<https://doi.org/10.1017/S1751731113000876>

[5] Carbon Sequestration | Definition, Methods, & Climate Change | Britannica, 2023. Retrieved 31 March 2023, from <https://www.britannica.com/technology/carbon-sequestration>





Funded by the
European Union



СТРАТЕГИЈЕ УБЛАЖАВАЊА

УПРАВЉАЊЕ ЗЕМЉИШНИМ РЕСУРСИМА, ЕНТЕРИЧКОМ ФЕРМЕНТАЦИЈОМ И СТАЈЊАКОМ

Др Душица Остојић Андрић

УВОД



- ❑ Смањење емисије GHG из сточарства је кључно за борбу против климатских промена и смањење повезаних ризика, деградације животне средине, заштите екосистема и биодиверзитета, побољшања јавног здравља и економске стабилности и промовисања одрживије и праведније будућности за све.
- ❑ Иако су напори на **прилагођавању** такође кључни, **ублажавање** остаје најефикаснији начин за решавање основних узрока ових изазова, пошто сектор сточарства значајно доприноси глобалним емисијама.



- ❑ Резиме стратегија ублажавања (изузев пракси управљања земљиштем), дат је у табели 1.





Увод



Табела 1. Потенцијал ублажавања емисије метана код главних стратегија у сточарској производњи [1].

Потенцијални ефекат ублажавања*			
Стратегије	Категорија	Метан	Азотни оксид
Ентеричка ферментација	Квалитет крме	Низак до средњи	†
	Обрада хране	Низак	Низак
	Концентрирана хранива	Низак до средњи	†
	Липиди	Средњи	†
	Електронски рецептори	Висок	†
	Јонофори	Низак	†
Стајњак	Метаногени инхибитори	Низак	†
	Одвајање чврсте и течне фракције	Висок	Низак
	Анаеробна дигестија	Висок	Висок
	Смањено време складиштења	Висок	Висок
	Често уклањање стајњака	Висок	Висок
	Фазно храњење	‡	Низак
Гајење животиња	Смањени протеини у исхрани	‡	Средњи
	Инхибитори нитрификације	‡	Средњи до висок
	Без испаше на влажном тлу	Низак	Средњи
	Повећана продуктивност	Висок	Висок
	Генетска селекција	Висок	‡
	Здравље животиња	Низак до средњи	Низак до средњи
	Повећана репродуктивна ефикасност	Низак до средњи	Низак до средњи
	Смањена смртност животиња	Низак до средњи	Низак до средњи
	Системи држања	Средњи до висок	Средњи до висок

*Висок = $\geq 30\%$ ефекат ублажавања; Средњи = 10–30% ефекат ублажавања; Низак = $\leq 10\%$ ефекат ублажавања.

†Недоследни/променљиви резултати; ‡Неизвесност због ограниченог истраживања или недостатка података.

Увод



- ❑ Стратегија ЕУ насловљена као “carbon farming” добија на све већем значају последњих година.
- ❑ Фокусирана је на управљање земљиштем и стоком кроз управљање резервама угљеника у земљишту, материјалима и вегетацији, токовима GHG на нивоу фарме, са циљем ублажавања климатских промена.
- ❑ “Carbon farming” обухвата праксе и промене у коришћењу земљишта које дају један или више од следећих исхода:
 - 1) усвајање угљеника (секвестрација) и његово складиштење у биомаси изнад/испод земље и у пољопривредном земљишту;
 - 2) избегавање будућих емисија CO₂ и других GHG и
 - 3) смањење постојећих емисија CO₂ и других GHG.
- ❑ Сточарство је одговорно за антропогене емисије GHG, али истовремено поседује значајан потенцијал за њихово ублажавање.

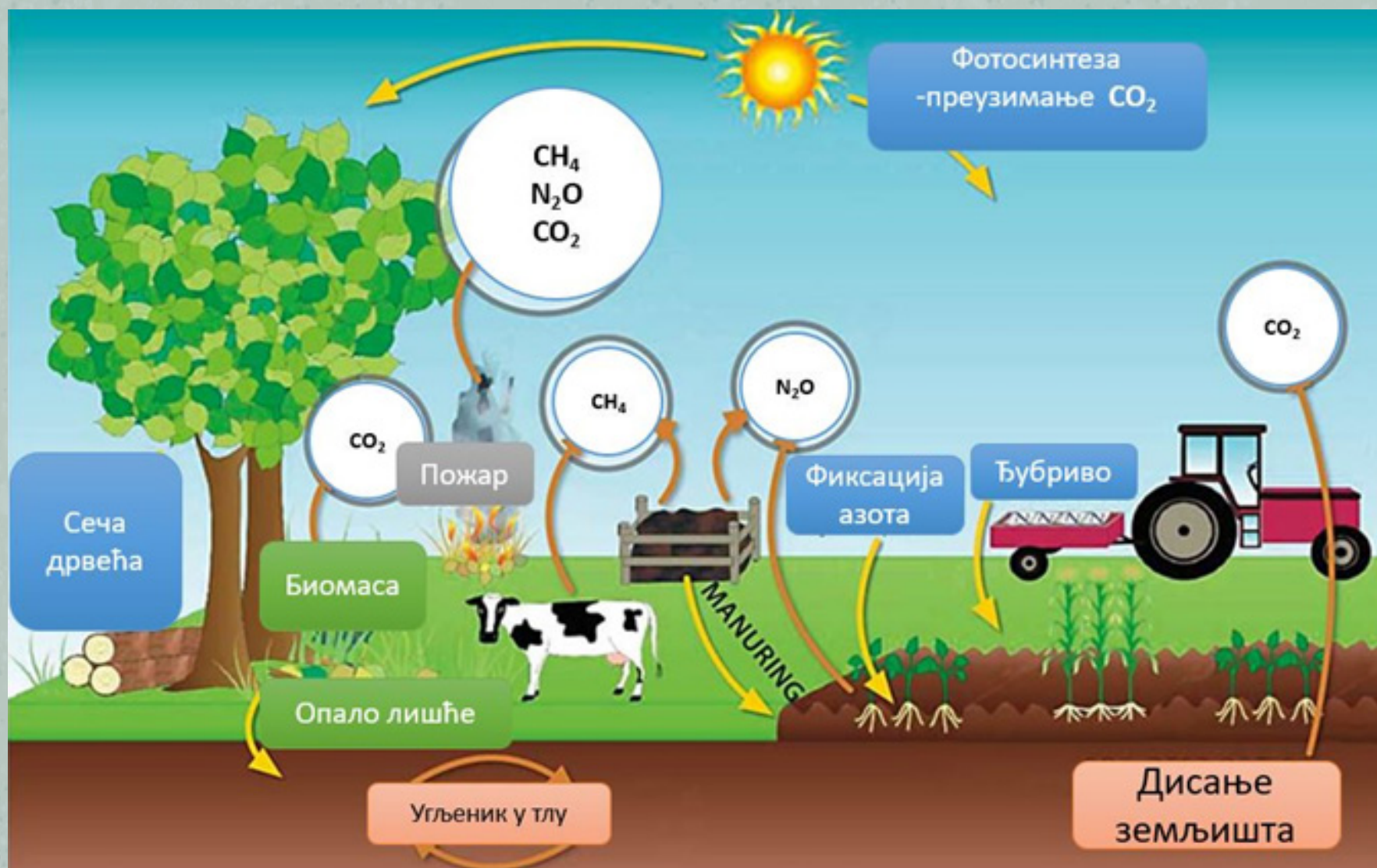




Управљање земљишним ресурсима

- ☐ Управљање земљиштем је кључно за **смањење утицаја сточарства** на животну средину.
- ☐ Стратегије које се фокусирају на управљање земљиштем су **ефикасније** од оних које су усмерене на смањење емисија из стоке.
- ☐ Прелазак на **ефикасније системе сточарства** може значајно смањити емисије GHG.
- ☐ Гајење јунади у товилиштима нпр. генерише мање емисије него пашњачки системи.
- ☐ Применом адекватних **мера у управљању пашњацима** и сточарском производњом, може се допринети **до 7% смањења** утицаја пољопривреде до 2030.
- ☐ Стратегије укључују праксе **регенеративне пољопривреде** и **"carbon farming"**.
- ☐ Практике су засноване на **секвестрацији угљеника** као основном принципу.

Управљање земљишним ресурсима

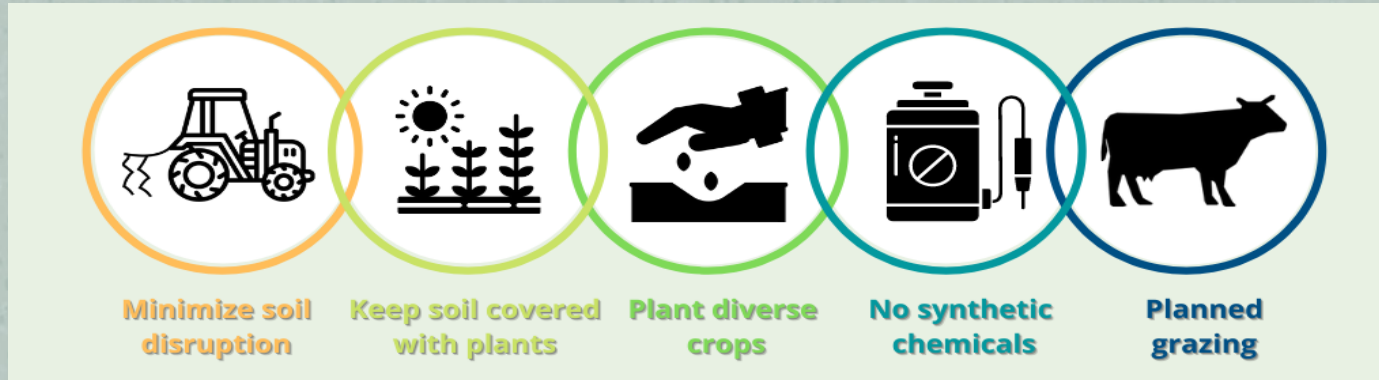


Слика 1: Главни извори GHG и путеви њиховог уклањања у управљању пољопривредним земљиштем [2].





Управљање земљишним ресурсима



Слика 2. Пет принципа регенеративне пољопривреде, преузето са:
<https://www.soilfertilityservices.co.uk/post/the-new-word-in-farming-regenerative-agriculture>

- ☐ Секвестрација угљеника је процес „хватања“ угљен-диоксида из атмосфере и његово складиштење у земљу.
- ☐ Земљиште под усевима и пашњацима може складиштити до 8,6 гигатона угљендиоксида годишње.
- ☐ Побољшања у управљању и искоришћавању пољопривредних површина резултују ефикасном секвестрацијом угљеника у земљиште па могу ублажити утицај сточарских система на животну средину.
- ☐ Применом различитих пољопривредних пракси које се обично називају "регенеративна пољопривреда" и „carbon farming“ могуће је створити нове или повећати постојеће поноре угљеника:



Funded by the
European Union



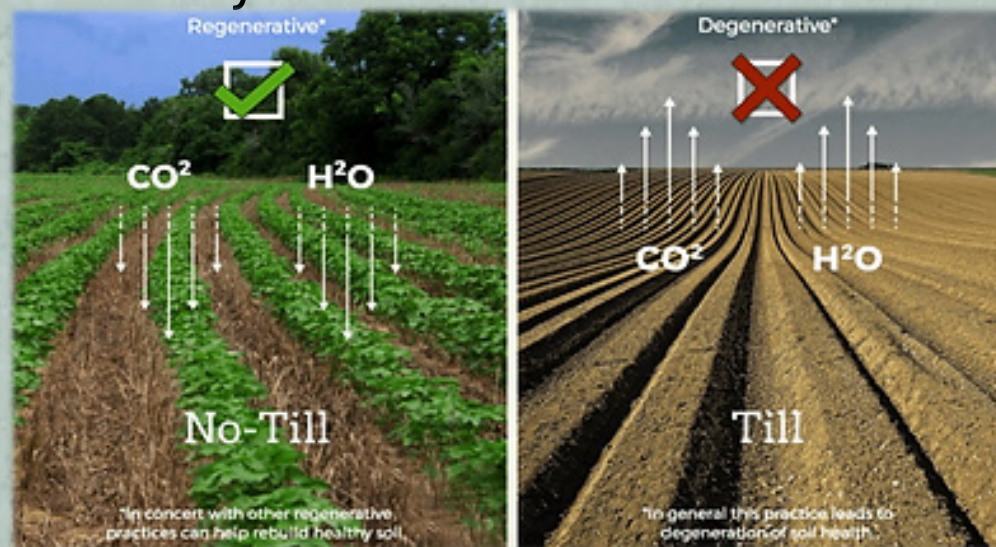
Управљање земљишним ресурсима

- Регенеративна пољопривреда и „carbon farming“ могу створити нове или повећати постојеће поноре угљеника.
- Праксе за повећање продуктивности: ђубрење, наводњавање, употреба продуктивних вишегодишњих врста трава и махунарки.
- Производња **високопродуктивних усева** смањује потребу за додатним земљиштем и помаже у заштити шума и травњака.
- Претварање обрадивог земљишта у травњаке и **побољшање флористичког састава** травњака доприноси секвестрацији
- **Конзервациона обрада** земљишта смањује деградацију земљишта и спречава прекомерно одавање С у атмосферу.
- Примена пракси које се користе у органској и одрживој пољопривреди такође је важна.
- **Смањење крчења шума** је битно за секвестрацију С и еколошку равнотежу.
- Примена „**silvopasture**“ као форме агрошумарства може смањити емисију метана код преживара.



Управљање земљишним ресурсима

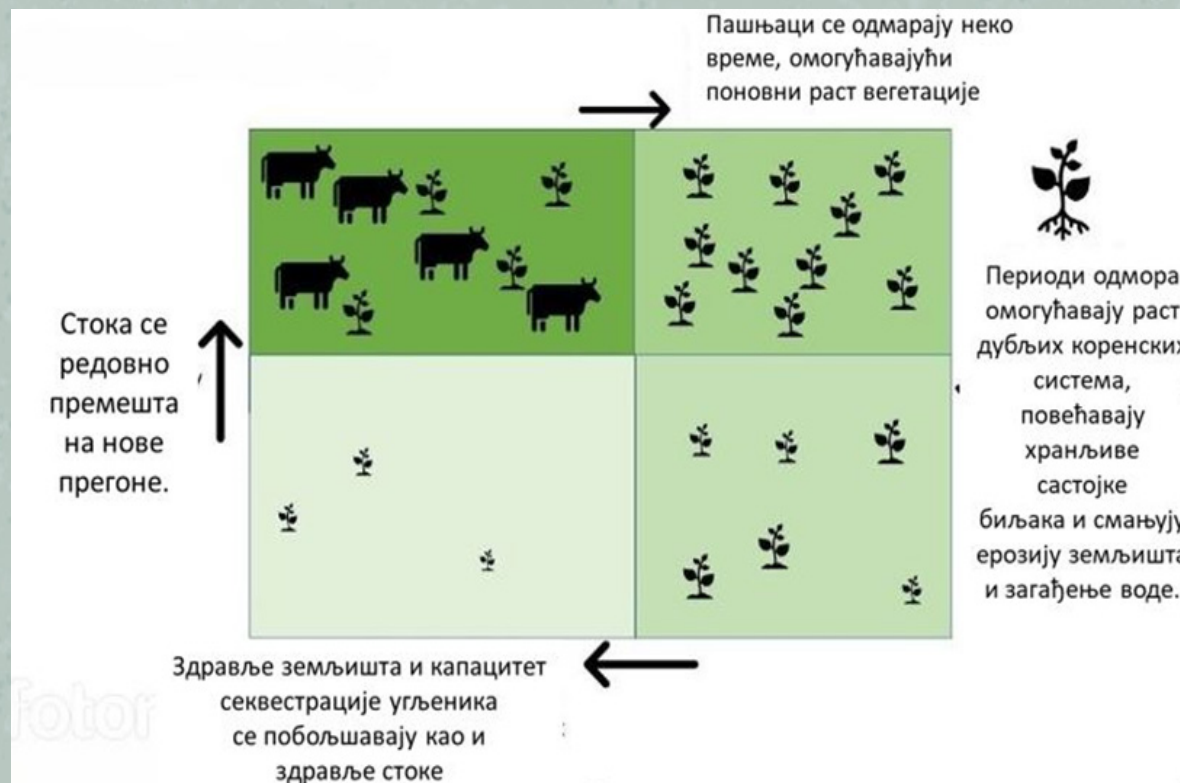
- Примена мера **регенеративне пољопривреде**, као што је **додавање компоста**, може додатно побољшати секвестрацију С на пашњацима.
- Одрживо управљање **пољопривредним остацима** може повећати погубљеник угљеника кроз декомпозицију биљних остатака на тлу.
- Коришћење преостале **биомасе** за производњу **биоенергије** уместо фосилног горива такође може смањити GHG емисију.



Слика 3. Компарација регенеративне и дегенеративне пољопривредне праксе, преузето са <https://www.soilfertilityservices.co.uk/post/the-new-word-in-farming-regenerative-agriculture>



Управљање земљишним ресурсима



Слика 4. Предности ротацијског (прегонског) система испаше [3].

- Примена **ротационог-прегонског** система **испаше** доприноси очувању квалитета пашњака и повећању продуктивности.
- Побољшањем у управљању пашњацима може се депоновати око 0,15 Gt eq CO₂ годишње на глобалном нивоу.

- **Ротациона испаша** омогућава већу акумулацију органске материје (угљеника) у земљишту.





Funded by the
European Union



Ентеричка ферментација

- ❑ Смањење емисије метана код **преживара** је значајан изазов у сточарству.
- ❑ **Стратегије** за решавање овог проблема се могу поделити у четири категорије:
 - 1) Манипулација исхраном
 - 2) Додаци исхрани (адитиви)
 - 3) Вакцине и
 - 4) Генетска селекција.
- ❑ Ове опције имају различите нивое ефикасности у смањењу емисија метана, као што је приказано у табели 1.
- ❑ Фокус је на **побољшању ефикасности ферментације у бурагу** и **повећању продуктивности животиња** како би се смањиле емисије метана.



Ентеричка ферментација



1) Манипулација исхраном

☐ **Квалитет и сварљивост сточне хране** имају значајан утицај на производњу метана:

- Жетва крмних биљака у **ранијој фази зрелости** за силирање повећава садржај растворљивих угљених хидрата и **смањује лигнификацију**.
- **Физичка обрада хранива** -сецкање, млевење и парење, побољшава сварљивост

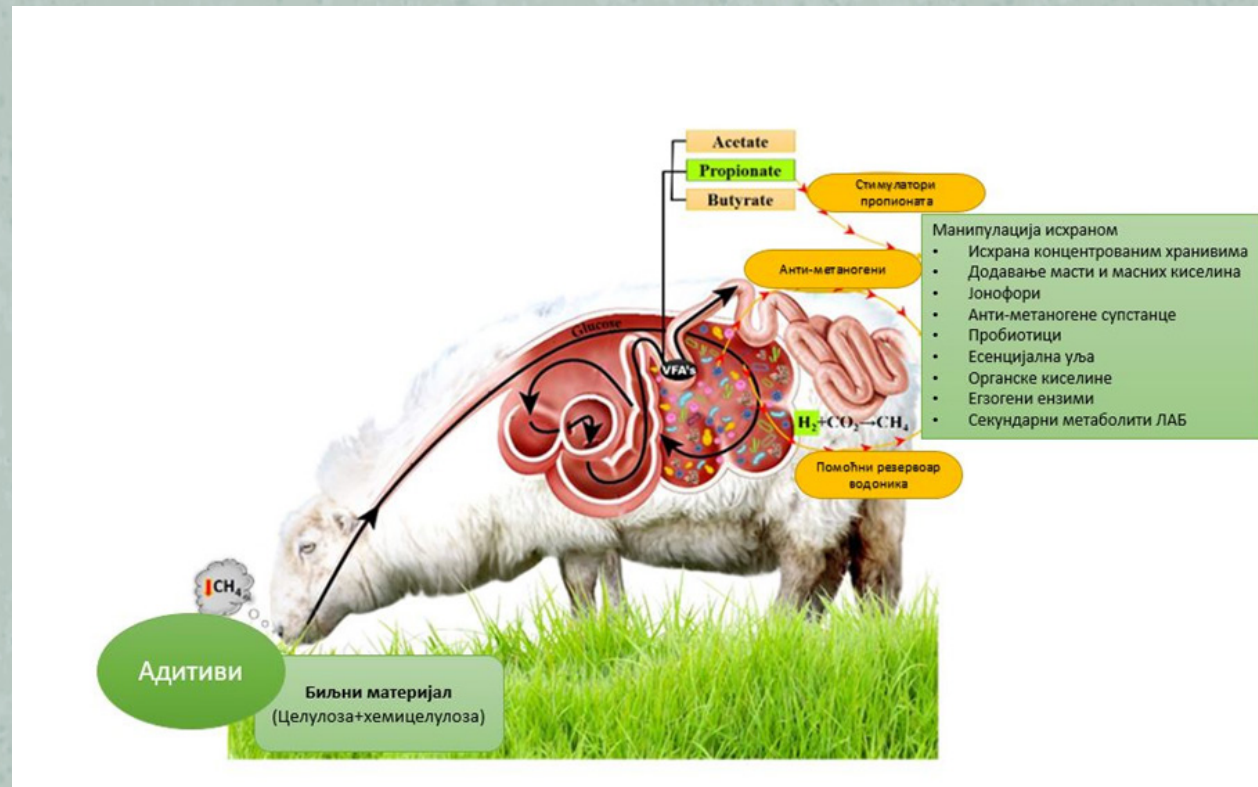
☐ **Повећање удела концентрованих хранива** у оброцима преживара побољшава сварљивост оброка

- при уделу конц. хранива од 35-40%, емисија метана се смањује за чак 15% по јединици к.м.
- Важан је оптималан однос јер повећање удела конц. хранива повећава ризик од развоја метаболичких болести (ацидоза бурага).

Ентеричка ферментација

1) Манипулација исхраном

- Додавање масти или масних киселина у исхрану преживара може смањити емисију метана у цревима (семе памука, хладно цеђена уљана репица).



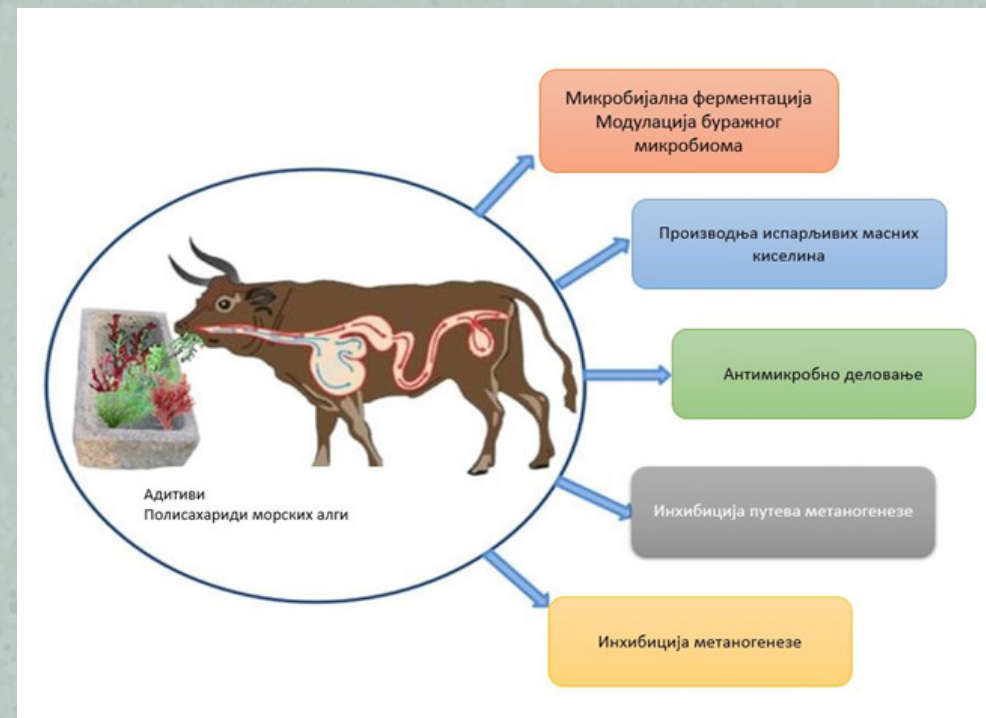
Слика 5. Методе манипулације исхраном и њихов начин деловања на смањење емисије [4].

Ентеричка ферментација

2) Адитиви

- ❑ модификују биохемијске процесе бурага у правцу супресије метаногенезе:

- Есенцијална уља
- Морске алге
- Органске киселине
- Јонофори
- Пробиотици
- Секундарни метаболити из лековитих и ароматичних биљака



Слика 6. Полисахариди морских алги као адитиви за храну који редукују емисију метана [5].

- ❑ упркос делотворности, за ширу примену неопходна су опсежнија истраживања како би се искључила нежељена дејства (токсичност и повезани здравствени ризици).

Ентеричка ферментација

3) Вакцине

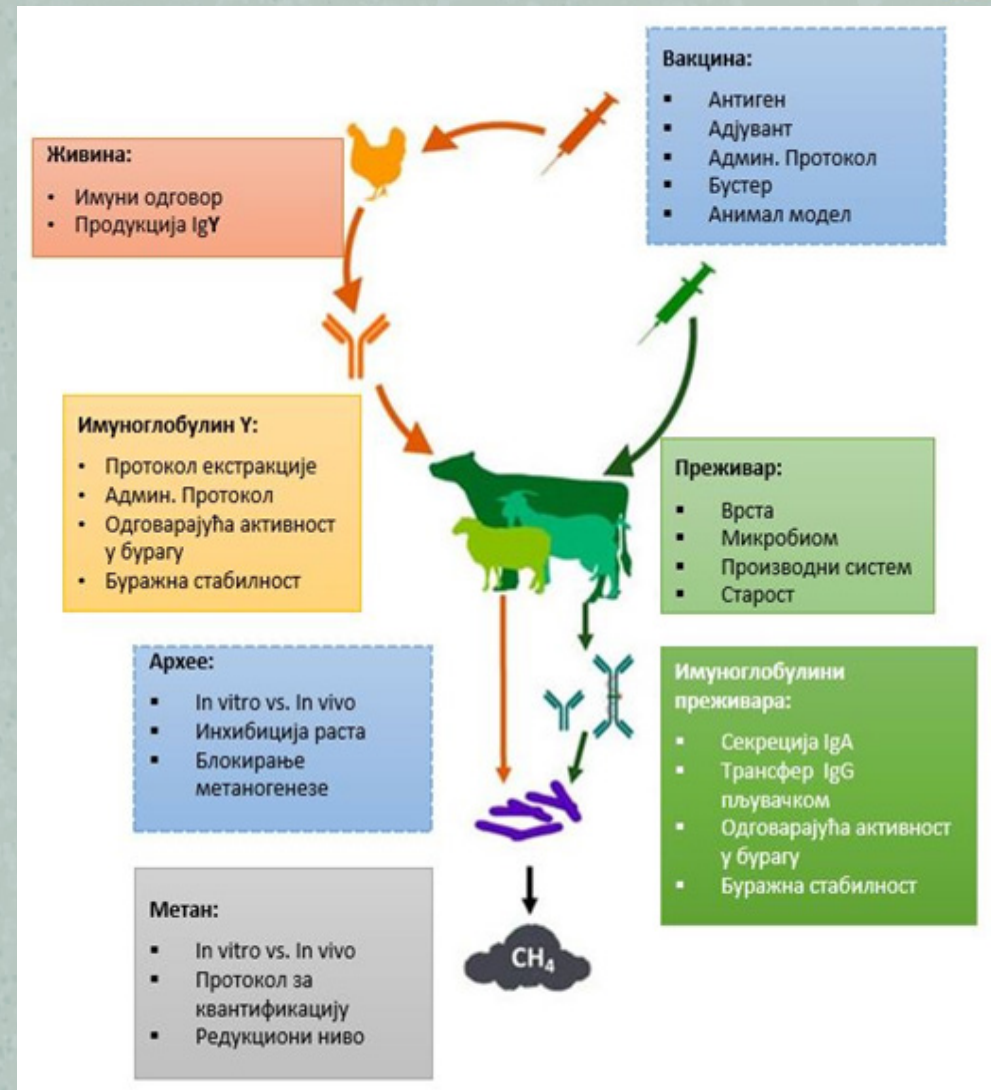
- покрећу имунолошки одговор и стварање антитела – супресивни ефекат на **активност метаногена** у бурагу.

- примена првих вакцина се не очекује пре 2030. године.

4) Генетска селекција

- одабир и фаворизовање јединки са пожељним генетским кодом у погледу смањене продукције и емисије метана.

- дугорочно ефикасна



Слика 7. Кључна разматрања за метан-редукујуће вакцине код преживара [6].



Поступак са стајњаком

- ❑ Стајњак доприноси емисији ГХГ јер његовом **разградњом** долази до ослобађања **метана и азотооксида**.
- ❑ **Ниво емисије** зависи од услова средине, начина управљања и састава органске материје и садржаја азота у излучевинама.
- ❑ **Метан** настаје када се органска материја у анаеробним условима непотпуно разграђује под утицајем бактерија.
 - најчешће када се **течни стајњакосока**, складишти или третира у лагунама (поспешује се дугим складиштењем, топлим и влажним условима средине).
- ❑ **Азотни оксид** настаје највећим делом из **чврстог стајњака**, његовим складиштењем или депоновањем на пашњацима у комбинацији аеробних и анаеробних услова.



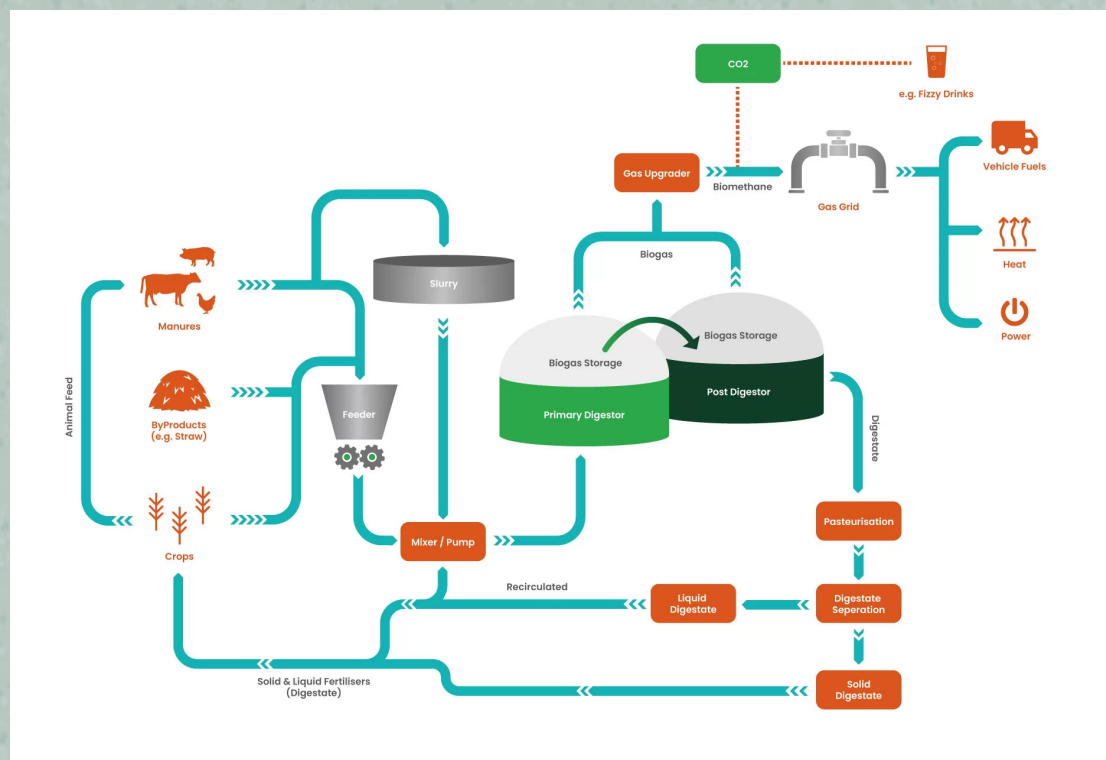
Поступак са стајњаком

- ❑ Емисије GHG су веће код система са чврстим стајњаком.
- ❑ Најважније праксе за смањење емисија из стајњака су:
 - **Манипулација исхраном:**
 - Ефекат протеински избалансиране исхране на денитрификацију и емисију N₂O (смањење екскреције N излучевинама)
 - Обогаћивање obroka танином
 - **Манипулација температуром складиштења:** хлађење стајњака за смањење метаногенезе.
 - **Компостирање чврстог стајњака:** аеробна разградња под утицајем микроорганизама (превртање и аерација додатно поспешују ефекат).
 - **Покривање стајњака:** редукција емисије NH₃, N₂O и CH₄.

Поступак са стајњаком



- **Сепарација стајњака:** раздвајање течног и чврстог дела за ефикаснију обраду сваке од фаза.
- **Анаеробна дигестија:** двоструки ефекат-производња биогаза и смањење емисија CH₄.



- **Аерација стајњака:** смањење укупних емисија GHG са могућим повећањем емисије N₂O.
- **Третман адитивима:** промена хемијских особина стајњака, рН вредности најчешће-закишељавање супстрата за смањење емисија ГХГ.

Слика 8. Технологија енаеробне дигестије, преузето са <https://www.dealfarmbiogas.co.uk/process/>

ИЗВОРИ



[1] Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., & Williams, A. G. (2019). Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9(1), 69–76.

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, edited by P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, and J. Malley.

[3] USDA Northwest Climate Hub. Available at <https://www.climatehubs.usda.gov/hubs/international/topic/rotational-grazing-climate-resilience>

[4] Prathap, P., Chauhan, S. S., Leury, B. J., Cottrell, J. J., & Dunshea, F. R. (2021). Towards Sustainable Livestock Production: Estimation of Methane Emissions and Dietary Interventions for Mitigation. *Sustainability*, 13(11), Article 11.

[5] Cheong, K.-L., Zhang, Y., Li, Z., Li, T., Ou, Y., Shen, J., Zhong, S., & Tan, K. (2023). Role of Polysaccharides from Marine Seaweed as Feed Additives for Methane Mitigation in Ruminants: A Critical Review. *Polymers*, 15(15), Article 15.

[6] Baca-González, V., Asensio-Calavia, P., González-Acosta, S., Pérez de la Lastra, J. M., & Morales de la Nuez, A. (2020). Are Vaccines the Solution for Methane Emissions from Ruminants? A Systematic Review. *Vaccines*, 8(3), Article 3.



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



СТРАТЕГИЈЕ ПРИЛАГОЂАВАЊА ЖИВОТИЊА – ОДГОВОРИ ЖИВОТИЊА

ФИЗИОЛОШКИ, БИОХЕМИЈСКИ, ИМУНОЛОШКИ,
АНАТОМСКИ И ПОНАШАЈНИ

Др Душица Остојић Андрић

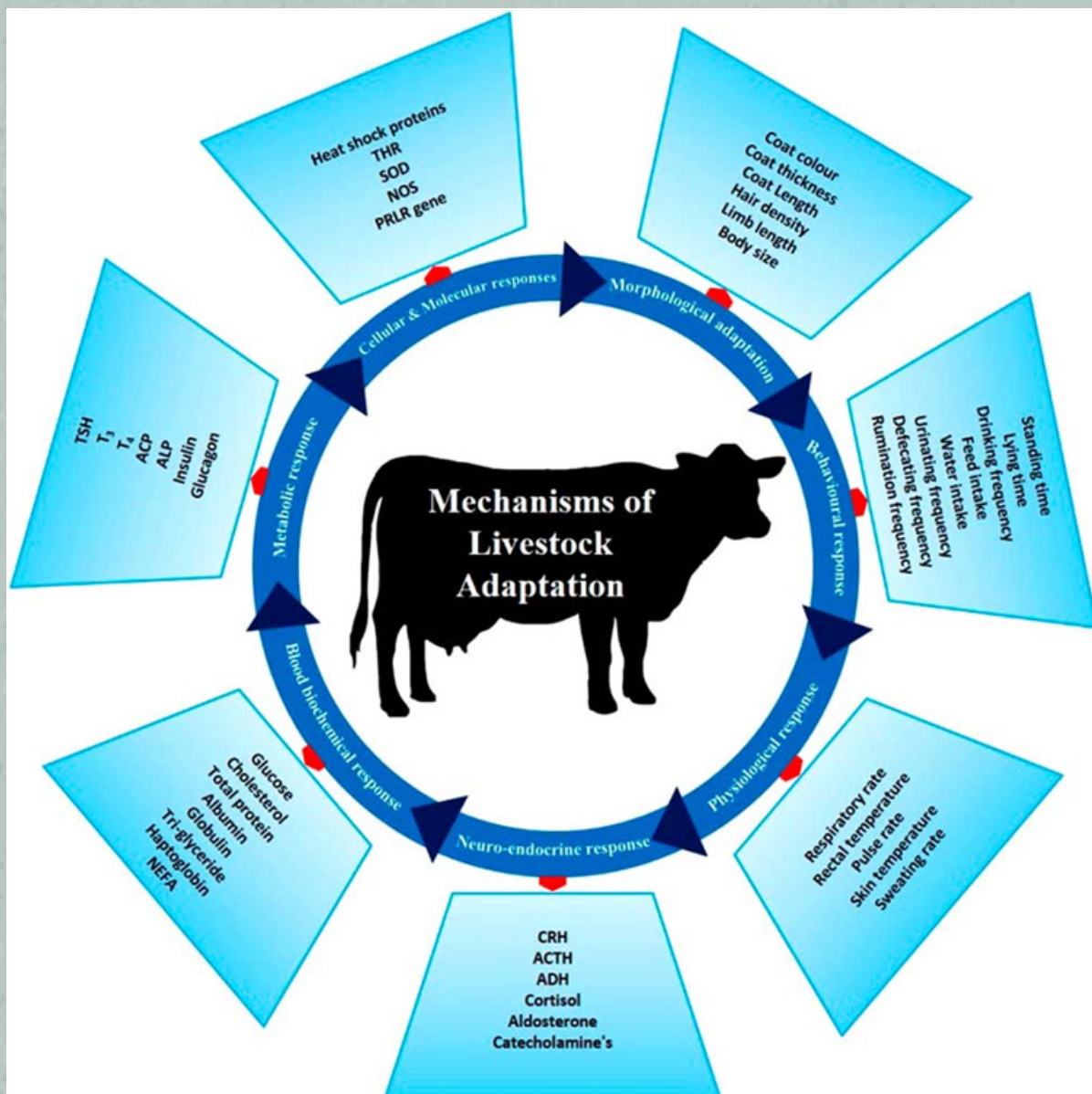
Увод



- ❑ Прилагођавање сточарства климатским променама захтева две основне врсте мера: **анималне и хумане**.
- ❑ Животиње се кроз различите **адаптивне механизме** прилагођавају климатским условима, док **људи примењују праксе** које им помажу у том процесу.
- ❑ Ефекти климатских промена на сточарство су разноврсни, а **топлотни стрес** се сматра највећим изазовом за животиње на фарми
- ❑ Животиње на фармама често су изложене **комбинованим стресорима** као што су:
 - топлотни стрес,
 - недовољна исхрана и
 - недостатак воде.
- ❑ Комбиновани утицај вишеструких стресора може значајно утицати на продуктивност стоке.



Увод



Животиње имају урођене способности да се одупру ризицима климатских промена кроз процес прилагођавања.

Одговор животиња на стресоре околине укључује две фазе:

- почетни одговор на промену и
- каснији процес који регулише ендокрини систем.

Слика 1. Адаптивне стратегије домаћих животиња као одговор на климатске промене [1].



USV 1842



Funded by the European Union

Увод



- ☐ Настале промене имају за циљ да смање утицај стреса, поврате **стање хомеостазе** и омогуће животињи ефикасније функционисање у изазовном окружењу.
- ☐ Уколико стресни услови потрају, ове промене могу постати **фиксирани генетски адаптације**.
- ☐ У борби против климатских промена, отпорност и прилагодљивост домаћих животиња одражавају везу између еволуције и опстанка.
- ☐ **Одговори** на различите стресоре могу укључивати понашајне, физиолошке, биохемијске, имунолошке, анатомске или комбиноване факторе.
- ☐ Ови одговори **могу варирати** у зависности од различитих фактора, укључујући претходно излагање стресорима, трајање и јачину стреса, физиолошко стање и ограничења околине.



Увод



- ❑ Постоје **значајне разлике у толеранцији на топлоту** између различитих врста животиња, али и унутар исте врсте међу расама.
- ❑ **Полигастричне животиње** обично показују **већу толеранцију** на топлоту у односу на **моногастричне** животиње, мада постоје и преклапања у опсегу параметара животне средине за различите врсте и расе.
- ❑ **Способност регулисања** телесне температуре зависи од разноврсних интеракција између анатомских и физиолошких фактора.
- ❑ **Различите карактеристике** као што су својства коже и длаке, знојење, дисање, изолација ткива и други фактори, утичу на **топлотно оптерећење**, а механизми регулације овог оптерећења још увек нису у потпуности разјашњени.



Физиолошке стратегије



□ су одговори животиња на климатске промене путем промена у телесним функцијама, метаболизму и ендокрином систему, са циљем одржавања хомеостазе и преживљавања:

- Механизмима регулисања телесне температуре кроз **дахтање и знојење**-животиње расипају вишак топлоте испаравањем влаге у околину.
 - **Свиње** немају знојне жлезде и имају мања плућа у односу на величину тела, што смањује способност за хлађење дахтањем. То повећава њихову термо-осетљивост и значај ослобађања топлоте кроз кожу.
 - **Повећана брзина пулса**- побољшава циркулацију и редистрибуира крв у кожу, што омогућава ефикасније одвођење топлоте у спољашњу средину.
- **Повећана ректална температура** доприноси одавању вишка топлоте
- **Регулација функције бубрега** за боље одржавање одговарајућег нивоа хидратације.





Funded by the
European Union



Физиолошке стратегије

- **Ендокрини одговор** игра кључну улогу у физиолошком одговору на топлотни стрес, регулисањем активности осовине хипофизе и штитне жлезде током тоplotног стреса.
 - **повећана производња кортизола** помаже животињама да задовоље додатне енергетске потребе коришћењем **глюконеогенезе** у јетри.
 - **производња тироидних хормона** код крава у лактацији **се смањује** да би се смањило додатно тоplotно оптерећење.
- **Козе** су познате по својој способности да **смање брзину метаболизма** и улазе у стање **торпора** у периодима екстремних температура, што им помаже да штеде енергију и преживе тешке услове.

Биохемијске стратегије



- ❑ У топлотном стресу, животиње испољавају биохемијске промене које им помажу у адаптацији и одржавању хомеостазе.
- ❑ Две главне биохемијске стратегије су:

- 1) хематолошки одговор
- 2) ћелијско-молекуларни одговор

Хематолошки одговор

промене у биохемијским параметрима крви:

- смањење броја еритроцита и хемоглобина, као резултат повећане потрошње кисеоника.
- смањење запремине збијених ћелија крви услед вишка воде у циркулацији, неопходној за дисипацију топлоте.
- пораст албумина у плазми као резултат његовог антиоксидативног дејства.
- смањен ниво глукозе у крви због смањене глуконеогенезе,
- смањење нивоа неестерификованих масних киселина у плазми услед веће потрошње енергије.



Биохемијске стратегије



Ћелијско-молекуларни одговор

Под утицајем тоplotног стреса, мреже гена у ћелијама активирају механизме који омогућавају ћелијама да се прилагоде:

- **Производња протеина тоplotног шока (HSP)** игра кључну улогу у заштити ћелија од оштећења изазваних тоplotом и у одржавању ћелијске стабилности.
- Ћелије **смањују синтезу ДНК, транскрипцију и транслацију**, модификују активност протеина и подстичу производњу HSP.

Идентификовање гена повезаних са синтезом HSP може послужити као индикатор прилагођавања животиња на тоplotни стрес и може се користити у одгајивачким програмима за стварање раса отпорних на тоplotу.



Funded by the
European Union

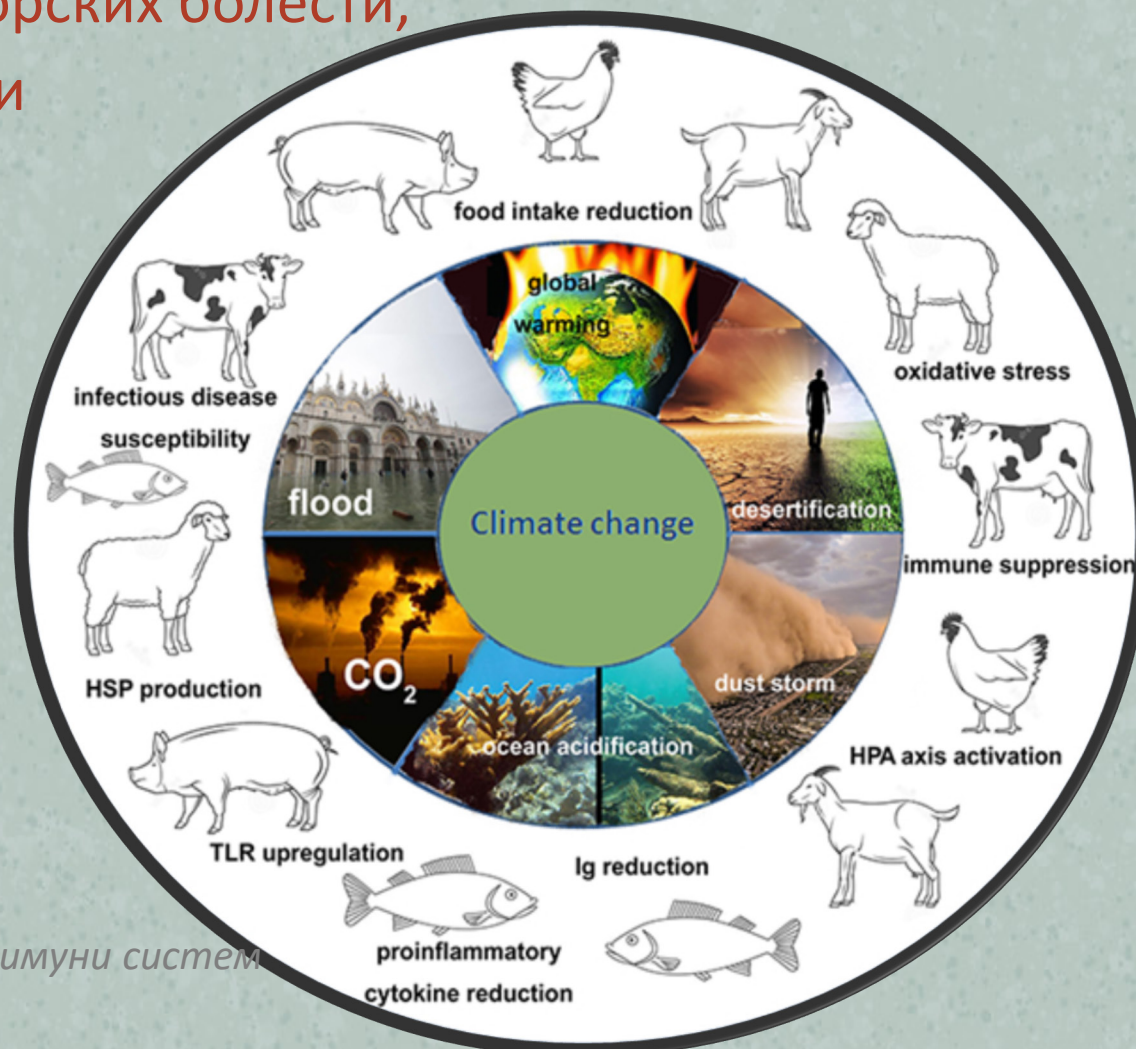


Имунолошке стратегије



Климатске промене и топлотни стрес утичу на здравље животиња кроз:

- већу учесталост векторских болести,
- супресију имунитета и
- неадекватну исхрану.



Слика 2. Утицај климатских промена на имуни систем фармских животиња [2].



Funded by the
European Union

Имунолошке стратегије



❑ **Тропске расе** (камиле, зебу и тарпаркар говеда, аутохтоне расе-османабади козе и афричка дамара овца), развијају адаптивнији имунитет на услове топлотног стреса и регионалне патогене

❑ **ФАО каталог «отпорних» раса:** 59 раса говеда, 33 раса оваца, 6 раса коза, 5 раса коња и 4 расе бивола, отпорних на трипаносомиазу, ендопаразите, дерматофилозу, инфестацију крпељима итд.

❑ **Козе** карактерише већи број лимфоцита у односу на неутрофиле, што указује на супериорнији имунитет.



<https://www.cfsph.iastate.edu/thelivestockproject/vectors-and-disease-spread-in-humans-and-animals/>



Анатомско-морфолошке стратегије

- ❑ **Примарне** анатомске промене: промене у величини тела и телесних партија, боји и типу длаке и у респираторном систему
- ❑ **Специфичне** морфолошке карактеристике као што су веће пљувачне жлезде, већа површина апсорпционе слузокоже, повећање запремине предњег дела дигестивног тракта при конзумацији obroka богатих влакнима.

Боја длаке, тип и густина

- У тропским регионима, **светла длака** животиња има значајну улогу у рефлексији сунчевог зрачења и минимизирању апсорпције топлоте.
- Физичка структура длаке је кључна за терморегулацију -**глатка, кратка и танка длака, мање фоликула** длаке по јединици површине омогућавају максимално расипање топлоте током стресних услова.
- **Код оваца**, дебело вунено крзно је изолација у хладним условима и помаже у регулисању телесне температуре у топлотним екстремима.
- **Тепих тип вуне и дебели реп** код оваца обезбеђују заштиту од топлоте и спречавају прегревање у аридним регионима.

Анатомско-морфолошке стратегије



➤ Величина тела

- Промене у величини тела, као што је **смањење величине** тела у топлијим условима могу бити адаптивни одговори на климатске промене.
- Животиње мање величине имају **већи однос површине и запремине**, што омогућава **бољу дисипацију топлоте** у топлијим условима.
- Патуљасте расе говеда су боље прилагођене топлијој клими

➤ Респираторни систем

- Адаптационе промене: развој већег капацитета плућа или измена образаца дисања (дахтања).

Телесне партије-екстремитети

- 'Аленово правило' односи се на варијације у морфологији животиња у различитим климатским условима, при чему животиње у **топлијим регионима** имају **веће екстремитете** у односу на укупну величину тела.
- **Веће површине за знојење или дахтање**, уз повећани проток крви у периферна ткива, омогућавају **ефикасну регулацију** телесне температуре и смањују ризик од хипертермије.



Анатомско-морфолошке стратегије



Морфолошке адаптације код различитих врста фармских животиња

❑ **Козе** имају највећу способност прилагођавања.

- У сушним условима могу одавати топлоту кроз рогове и опстајати на минималној вегетацији (бурска и нубијска коза нпр.).
- Бурске и нубијске козе са дугим висећим ушима и набораном кожом, боље преживљавају у изазовним сушним условима.

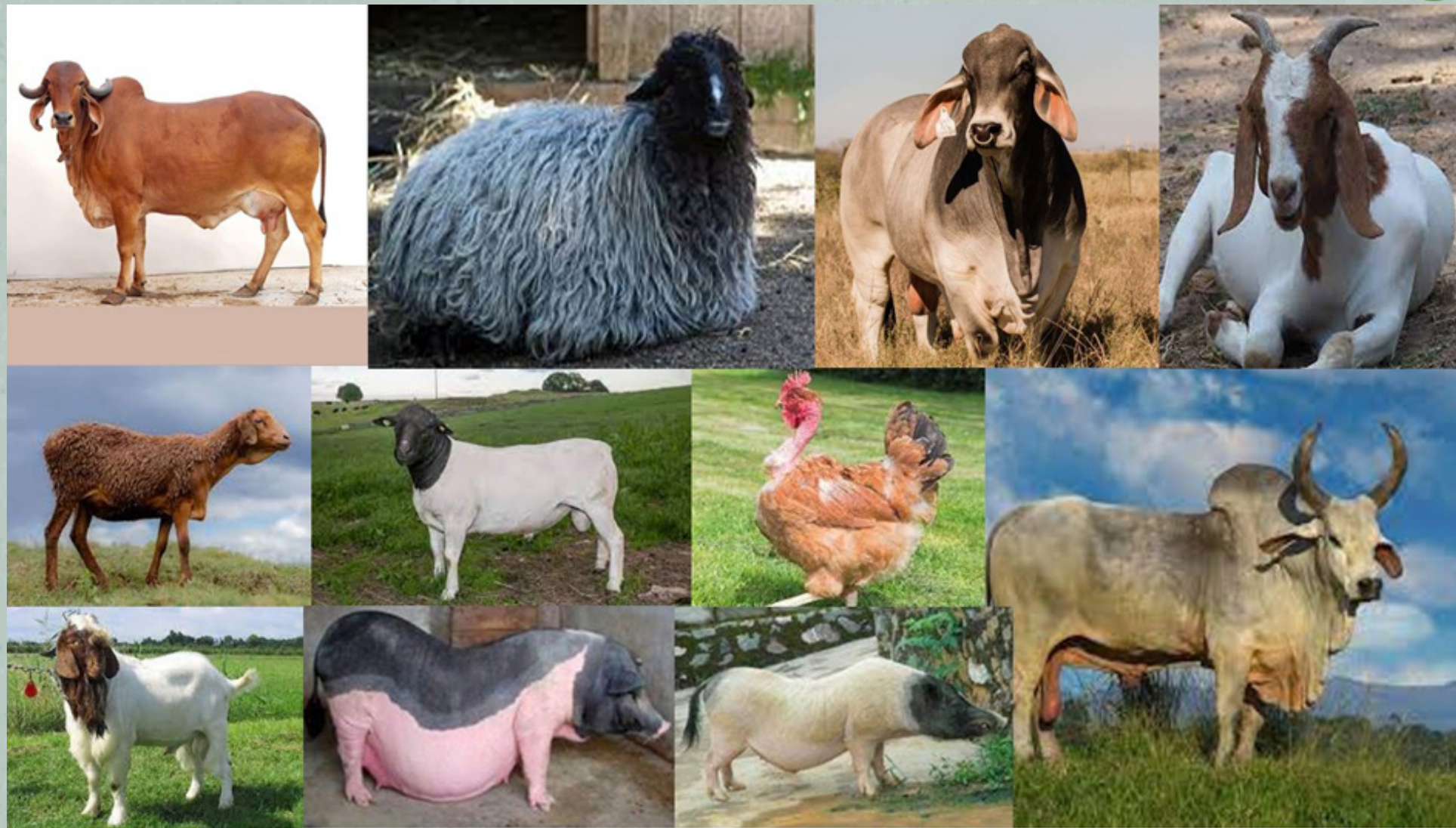
❑ **Овце** су мање толерантне али њихова вуна ипак пружа неку заштиту од високих температура.

- Овце **са длаком уместо вуне боље подносе топлоту**, а неке расе као што су дебелорипи црвени масаи и сахелске овце успевају у условима са ограниченом доступношћу воде и ретким растињем.
- **Јужноафричка дорпер и каракулска овца** у пустињама централне Азије се одлично сналазе у сувим условима, **складиштећи масноћу у репу**, што има сличну функцију као и грба камила.





Анатомско-морфолошке стратегије



Слика 2: Морфолошке карактеристике климатски отпорних врста домаћих животиња



Funded by the
European Union

Анатомско-морфолошке стратегије



Морфолошке адаптације код различитих врста фармских животиња

- ☐ **Континенталне расе говеда**, посебно високопродуктивне млечне расе, подложне су утицају високих температура, за разлику од својих тропских сродника.
 - За већу способност преживљавања у променљивим климатским условима, препоручује се увођење подобних гена из генотипа тропских говеда (нпр. „slick“ ген за глатку длаку)
- ☐ **Код живине**, недостатак перја на врату код главратих врста кокошака - голошијанки, даје изражену предност у суочавању са топлотним стресом.
 - Живина са **већим крестима и минђушама** такође боље подноси високе Т.
- ☐ **Свиње**, су најосетљивије на топлотни стрес, због своје поткожне масноће, недостатка изолационог крзна, малих плућа и немогућности знојења.
 - **Дурок** је умерено отпорна на топлотни стрес, док одређене расе из топлијих регија Јужне Кине поседују особине отпорности на топлоту које могу помоћи у генетским решењима за адаптацију.

Понашајне (бихејвиоралне) стратегије



- ❑ Укључују промене у свакодневним активностима и обрасцима понашања како би се ублажио утицај топлотног стреса и одржала термална хомеостаза:
- Тражење сеновитих и хладнијих подручја, купање или прскање водом су стратегије којима домаће животиње смањују излагање директној сунчевој светлости и расхлађују се.
- Живина се хлади ширењем крила, док се свиње, као најосетљивије, хладе у блату и леже на хладнијим површинама.
- Говеда преферирају сенку дрвећа него вештачке заштитне структуре јер лишће дрвећа пружа високо ефикасно хлађење испаравањем.
- Са повећањем термалног оптерећења, краве скраћују време одмора и више времена проводе у стојећем положају. Тако повећавају површину тела и олакшавају губитак топлоте испаравањем.





Понашајне (бихејвиоралне) стратегије



Слика 3: Обрасци понашања који воде расхлађивању код различитих врста домаћих животиња

Понашајне (бихејвиоралне) стратегије



- Промене у понашајним обрасцима исхране подразумевају **смањен унос хране** како би се смањило метаболичко оптерећење организма.
- Краве прелазе на **ноћну испашу** при екстремно високим дневним температурама.
- Са повећањем термалног оптерећења, **учесталост дефекације и уринирања се смањује**, пре свега у зависности од доступности хране, воде и температуре околине.
- **Повећава се потреба за водом:**
 - краве преферирају воду умерене температуре.
 - препоручује се давање хладне воде
- ☐ Способност домаћих животиња да испоље одређене облике понашања током топлотног стреса одражава њихово **урођено и инстинктивно** разумевање амбијенталних сигнала и њихову способност да прилагоде своје уобичајене обрасце понашања како би се адаптирале.



Funded by the
European Union

ИЗВОРИ



- [1] Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431–s444.
- [2] Filipe, J. F., Valentina, H., Giulio, C., Daniele, V., & Federica, R. (2020). Floods, hurricanes, and other catastrophes: A challenge for the immune system of livestock and other animals. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00016>



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



Антропогене стратегије адаптације

генетика, физичка модификација,
менаџменти исхране и система гајења

Др Душица Остојић Андрић

Увод



- ❑ IPCC дефинише адаптацију као акције предузете да би се **смањила рањивост** природних и антропогених система на ефекте садашњих или очекиваних климатских промена.
- ❑ Базира се на **примени пракси** које помажу животињама да се прилагоде климатским променама и побољшају своје перформансе.
- ❑ **Антропогене стратегије прилагођавања** обухватају:
 - одгајивање домаћих животиња,
 - модификације система производње и управљања,
 - институционалне и политичке промене



Funded by the
European Union

Увод



USV 1842



Funded by the
European Union

Генетика

- Одабир термо-резилијентних раса
- Генетска селекција

Физичке модификације

- Надстрешнице и прскалице у слободном систему
- Расхладни системи у затвореним објектима

Менаџмент исхране

- Модификације састава хранива, времена и учесталости исхране
- Суплементација

Системи гајења

- -дивезификација врста
- -прилагођавање густине насељености
- -интеграција са шумским и ратарским усеvима

Слика 1. Резиме антропогених стратегија адаптације [1].

Генетика



- ☐ **Селективно гајење** домаћих животиња фаворизовало је генотипове са **високим енергетским захтевима** и повећаном производњом **метаболичке топлоте**.
- ☐ Неке расе домаћих животиња показују већу отпорност на топлотни стрес, што је резултат њихових адаптивних способности и еволуционих предности.
- ☐ **Адаптације**- танка, кратка и глатка коса, већи удови и повећана површина коже и плућа, играју кључну улогу у способности домаћих животиња да се прилагоде на нове климатске услове.
- ☐ **Манипулација генетским материјалом** домаћих животиња је стога једна од мера адаптације.



<https://www.pexels.com/>



Генетика



□ Конвенционална, маркер-асистирана и геномска селекција

- Фенотипска експресија особина у великој мери зависи од генотипа, што омогућава различите облике **генетске манипулације** у циљу адаптације.
- Физиолошки индикатори тоplotног стреса су особине са ниским херитабилитетом што ограничава потенцијал за генетски напредак путем **конвенционалне селекције**.



<https://organicconsumers.org/>



Генетика



- ☐ **Маркер-асистирана селекција** и истраживања асоцијација на нивоу генома отварају могућности за бржу селекцију термо-резилијентних животиња.
- ☐ Неопходно је **прецизно одредити геномске варијације** повезане са термо-резилијентношћу за напредак у геномској селекцији.
- ☐ Напредак у **прецизирању гена кандидата** повезаних са толеранцијом на топлоту и производне особине омогућава примену маркер-асистираних селекција и иницијатива за едитовање гена у сточарству.
- ☐ **Укрштање и уређивање гена** су додатне опције за манипулисање анималном генетиком и сузбијање ефеката климатских промена на стоку.

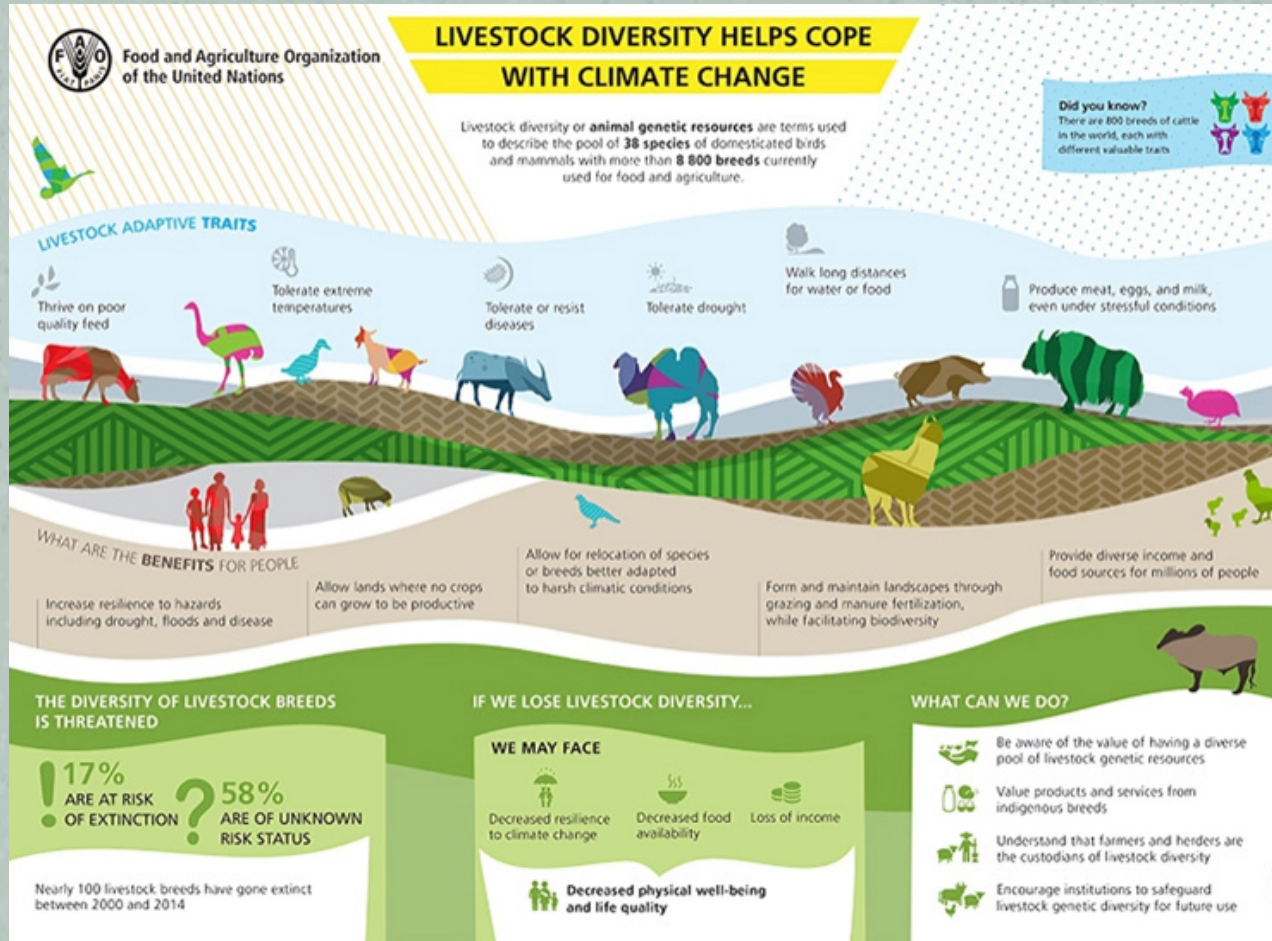




Генетика

- ❑ Прилагођавање тропских раса зонама климатске угрожености може бити одржива стратегија за суочавање са климатским променама.
 - **Ризик** представља способност животиња да опстану у новим условима, њихова отпорност на болести као и често нижа продуктивност
- ❑ Укрштање тропских и локално адаптираних раса са високо-производним расама
 - Мелези између таурина и зебу говеда имају бољу отпорност на топлоту, болести и недостатак воде уз већу продуктивност.

Генетика



- ❑ Локално адаптиране расе (AnGR) могу послужити за развој генотипова адаптираних на климатске промене.
- ❑ Многи AnGR потичу управо из сушних региона (камила, јак итд.)

Слика 2. Приказ улога и бенефита генетских ресурса у стратегији прилагођавања климатским променама [2].

- ❑ AnGR су еволуирале у условима адаптације на екстремне климатске услове и способне су да се суоче са сезонским недостацима у исхрани, паразитарним и другим болестима.

Генетика



- Примена биотехнологије за увођење термо-резилијентних гена-уређивање (едитовање) гена је обећавајући приступ у стратегијама прилагођавања климатским променама.
- Идентификовано је неколико гена који играју кључну улогу у регулисању различитих физиолошких процеса који доприносе термо-резилијентности и заштити ћелија од оксидативног стреса.
- Протеини тоplotног шока настали услед термичког стреса штите ћелију од оксидативног оштећења и одржавају њен интегритет.
- Едитовањем гена као што је CRISPR-Cas9, у геном домаћих животиња могу се увести гени термо-резилијентности, чиме се повећава њихова способност адаптације тоplotном стресу.





Физичке модификације

❑ Промене животне средине омогућавају одржив приступ за ублажавање тоplotног стреса код стоке.

1) Модификације у слободном систему гајења (испусти, испаша):

пружају заштиту од сунчане радијације: природан хлад, надстрешнице, соларне надстрешнице као одржива решења за уштеду енергије, прскалице, комбиновани системи).



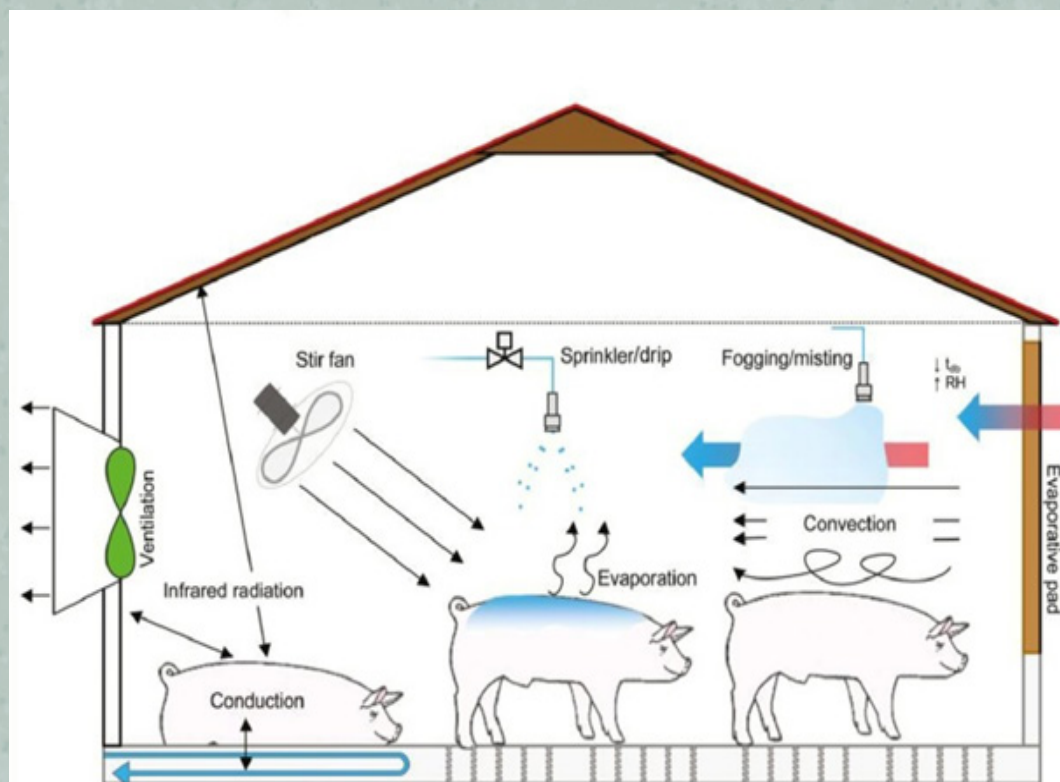
Слика 3. Пример иновативног соларног система заштите од сунчане радијације [3].



Слика 4. Пример система прскалице за расхлађивање крава на испашаи [4].

Физичке модификације

2) Модификације у затвореном систему гајења укључују системе природне **вентилације**, коришћење **изолације** и **оптимизацију оријентације** штале, док се као додатне мере могу применити вештачка вентилација и системи за **хлађење подлоге**.



Слика 5. Пример система вентилације и хлађења за велике фарме свиња [5]

- Прецизна пољопривреда пружа оптимална решења за регулацију шталске микроклиме
- Опрез због значајних инвестиционих и оперативних **трошкова** у раду расхладних система
- Настојања за примену **зелених технологија**.

Менаџмент исхране



- Примена стратегија исхране треба да **умањи физиолошки напор** повезан са топлотним стресом и **подстакне перформансе** животиња путем:

- одржавања **хидратације**,
- **електролитног** баланса и
- **антиоксидативног** статуса.



<https://www.pexels.com/>

- Стратегије исхране укључују:

- прилагођавање **састава исхране**,
- промене у **времену и учесталости** храњења,
- усвајање ефикасних пракси **управљања водом**.



Funded by the
European Union

Менаџмент исхране



- ❑ Обезбеђивање адекватног приступа чистој води за напајање и оптимизација ефикасности коришћења воде у производњи сточне хране може ублажити утицај несташнице воде и суше на сточарство.
 - Напајање стоке чистом и обилном водом у близини области за храњење доприноси побољшању перформанси смањењем телесне температуре.
 - Комбиновање исхране по вољи са влажењем obroka побољшава унос хране у поређењу са исхраном сувим obroцима.
- ❑ Додавање електролита ублажава топлотни стреса кроз надокнаду губитака воде знојењем и дахтањем.
- ❑ Суплементација антиоксидантима (витамини Е и С) у борби против оксидативног стреса изазваног хипертермијом.





Менаџмент исхране



- ☐ **Укључивање масти у исхрану ублажава топлотни стрес:**
 - Масти су кључни извор енергије у условима топлотног стреса, (задовољавање потреба са мањим количинама хране).
 - Метаболизам масти ослобађа мање топлоте од угљених хидрата или протеина,
 - Побољшава се укус хранива, побољшавају перформансе
- ☐ **Суплементација антиоксидантима** (витамини Е и С) у борби против оксидативног стреса изазваног хипертермијом.
- ☐ **Додавање аминокиселина**, нпр. лизина и метионина код свиња подстиче синтезу протеина и мишићне масе
- ☐ **Адитиви** помажу дисипацију топлоте, задржавање воде и регулишу хормонски одговоре на топлотни стрес
- ☐ **Пробиотици, пребиотици и фито-суплементи** побољшавају здравље црева и апсорпцију хранљивих материја, што повећава отпорност на топлотни стрес.

Менаџмент исхране



- ❑ **Прилагођавање времена obroka:** рано ујутру или касно увече када су температуре ниже.
- ❑ **Прилагођавање учесталости obroka:** мањи, а чешћи obroci поспешују варење и апсорпцију нутријената, смањујући метаболичку топлоту која се ствара током варења.
- ❑ **Примена алтернативних извора хране** (нусапроизводи агроиндустрије, хранива на бази инсеката) ублажава утицај флукуација хране услед климатских промена и обезбеђује вредне нутријенте.
- ❑ **Оптимизацијом ефикасности исхране** (селективни узгој и прецизне технике исхране) минимизирају се коришћење ресурса и трошкови производње, уз повећање продуктивности.
- ❑ **Интеграција термо-резилијентних крмних култура** одржава сточарску производњу у сушним регионима и повећава отпорност на климатске варијабилности.





Funded by the
European Union



Менаџмент система гајења

❑ **Управљање системима гајења у сточарству** обухвата низ стратегија, укључујући:

1) **Диверзификација врста** стоке омогућава фармерима да побољшају отпорност, коришћење ресурса и прилагодљивост на променљиве климатске услове:

- Традиционални сточари већ користе ову стратегију, а мале фарме у земљама у развоју показују већу отпорност на климатске промене због разноликости врста и флексибилности у њиховој промени.
- Пројекције указују да са порастом Т сточари прелазе са гајења говеда и живине на гајење малих преживара
- **Анимални генетички ресурси** могу играти важну улогу у овој стратегији прилагођавања на климатске промене.



Менаџмент система гајења



- 2) Прилагођавање величине стада и густине насељености у циљу смањења ризика од прекомерне испаше и исцрпљивања крмних ресурса током топлих периода.
- 3) Интеграција сточарства са шумарством и/или ратарским усевима има синергијске предности:
 - побољшава плодност земљишта и циркулацију хранљивих материја
 - економски оправдано-обезбеђује додатне изворе прихода и побољшава отпорност фарме на тржишне флуктуације.
 - еколошки оправдано-повећана секвестрација угљеника и квалитет земљишта



<https://www.pexels.com/>

ИЗВОРИ



[1] Cheng, M., McCarl, B., & Fei, C. (2022). Climate Change and Livestock Production: A Literature Review. *Atmosphere*, 13(1), Article 1.

[2] FAO: Livestock diversity helps cope with climate change. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i6232e/i6232e.pdf>

[3] Sharpe, K.T., Heins, B.J., Buchanan, E.S., & Reese, M.H. (2021). Evaluation of solar photovoltaic systems to shade cows in a pasture-based dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 2794-2806. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18821>.

[4] Stone, A. (2020). Relieving heat stress in dairy cattle. *Research OUTREACH*, 119. Available at: <https://researchoutreach.org/articles/relieving-heat-stress-in-dairy-cattle/>

[5] Hu, Z., Yang, Q., Tao, Y., Shi, L., Tu, J., & Wang, Y. (2023). A review of ventilation and cooling systems for large-scale pig farms. *Sustainable Cities and Society*, 89, 104372.



USV 1842



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



МОГУЋНОСТИ ПОДСТИЦАЊА И СПРОВОЂЕЊА СТРАТЕГИЈА УБЛАЖАВАЊА И ПРИЛАГОЂАВАЊА

Др Душица Остојић Андрић

Увод



- ☐ **Сточарска производња** је кључна за глобалну сигурност хране и економски развој.
- ☐ Климатске промене представљају **директну претњу**, захтевајући брзо и ефикасно дејство.
- ☐ **Подстицање и спровођење стратегија** прилагођавања и ублажавања утицаја климатских промена у сточарској производњи је неопходно.
- ☐ За успешну имплементацију стратегија прилагођавања и ублажавања утицаја климатских промена на сточарство важна је **подршка друштвених и владиних институција**.
- ☐ **Фокус** је на улози државних институција, обуци и технолошком напредовању.



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



Правна и институционална подршка

- ☐ **Закони и прописи** су кључни у формирању правног оквира за подршку прилагођавању климатским променама у сточарству.
- ☐ **Разумевање варијабилности** утицаја климатских промена на различите сточарске системе је од суштинског значаја за креирање ефикасних политика и пракси
- ☐ **Владе могу усмерити сточарство** ка смањењу емисија и утицаја на животну средину кроз регулаторне стандарде за одгајивачке праксе у сточарству.
- ☐ **Прописи** могу обухватити ограничења емисија, управљање отпадом и планове управљања нутријентима, као и примену одрживих пракси.
- ☐ Неки од уобичајених прописа укључују ограничења емисија, управљање отпадом и примену одрживих пракси.

Правна и институционална подршка



□ Најчешће коришћени прописи и мере су следећи:

- **Порез на угљеник:** подстичу се пољопривредници да улажу у технологије и праксе које смањују емисије и повећавају ефикасност.
- **Планирање коришћења земљишта:** спречава се ширење сточарске производње у еколошки осетљива подручја (шуме, мочваре) и промовишу праксе одрживог управљања земљиштем.
- **Управљање водама:** помаже се у решавању проблема оскудице воде и квалитета у вези са сточарском производњом (лимити у потрошњи, мере очувања и смернице за заштиту од загађења)
- **Добробит фармских животиња:** промовисање добробити фармских животиња смањује стрес и појаву болести, што доводи до ефикаснијег коришћења ресурса и смањења емисије гасова по јединици производње.



Funded by the
European Union

Правна и институционална подршка



- **Различити финансијски механизми** као што су порези на угљеник, плаћања за услуге екосистема (PES) или субвенције намењене борbi против климатских промена, финансијски подстичу произвођаче стоке да **усвоје климатски повољне праксе**. Ови подстицаји помажу да се надокнаде трошкови примене нових технологија или прелазак на одрживије методе пољопривреде.
- **Подршка обновљивој енергији:** промовисање усвајања технологија обновљивих извора енергије путем подстицаја (соларни панели или дигестори за биогаз на фармама) има за циљ да охрабри фармери да производе чисту енергију на фарми, смањујући ослањање на фосилна горива.
- **Финансирање истраживања и иновација:** ЕУ обезбеђује средства за пројекте који имају за циљ побољшање одрживости у пољопривреди, укључујући и сточарску производњу.

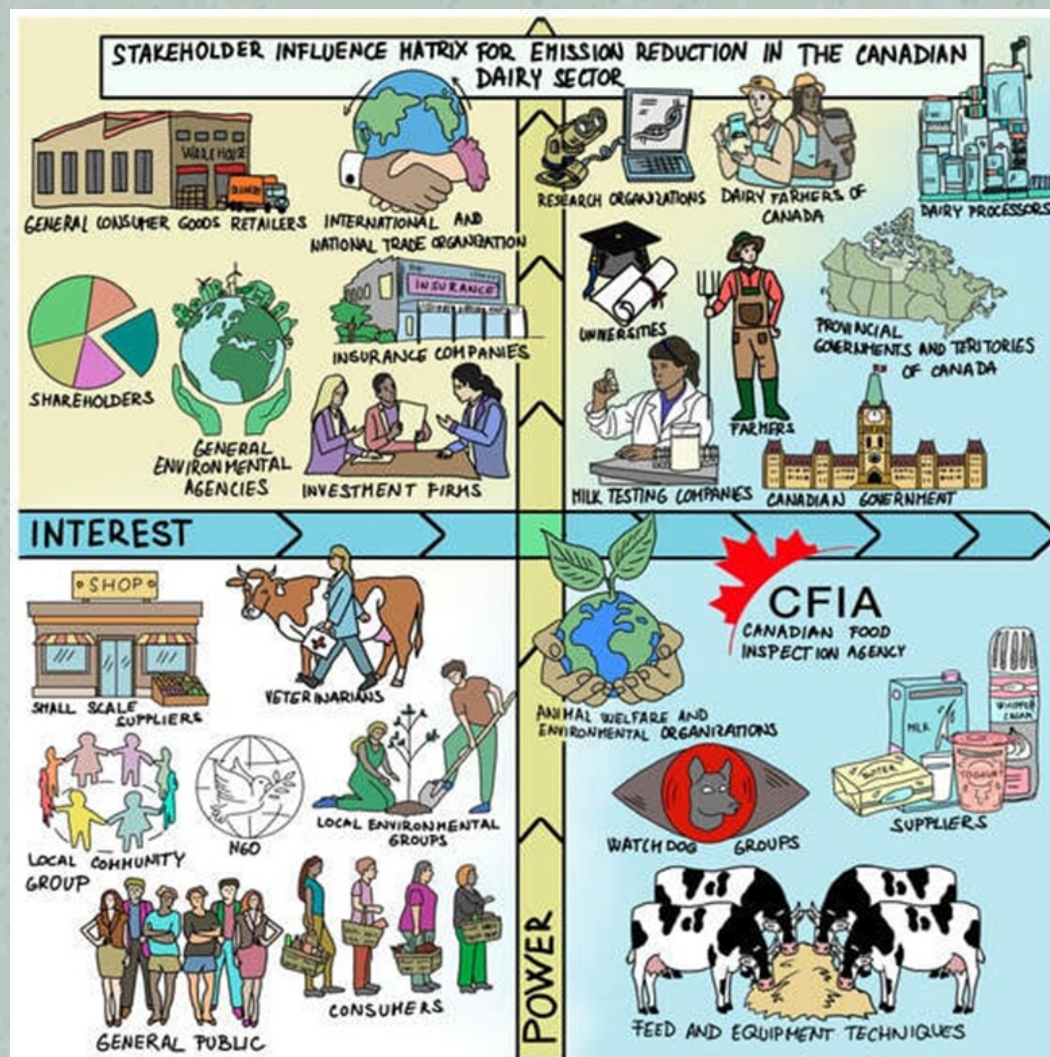




Јачање свести и разумевања

- ❑ Упркос томе што су из прве руке искусили штетне утицаје на своју производњу, **пољопривредници често сумњају** у истинитост тврдњи о постојању климатских промена,
- ❑ Отуда постоји потреба за неговањем поверења у **научна сазнања**, као и у деловање влада које се руководе овим чињеницама.
- **Обуке** јачају свест и разумевање фармера о утицајима климатских промена на сточарску производњу.
 - Усвајањем знања о потенцијалним ризицима и рањивостима, као и о мерама прилагођавања и ублажавања, фармери могу донети информисане одлуке како би заштитили своју производњу.
- Осим фармера, **информисање потрошача** о утицају њихових избора хране на животну средину може подстаћи потражњу за одрживо произведеним сточарским производима.

Јачање свести и разумевања



Слика 1. Пример како различите групе или појединци могу утицати на напоре да се смање емисије гасова стаклене баште у канадској млечној индустрији [1].



Обуке и иницијативе за изградњу капацитета



Слика 2. Активности обуке у оквиру CLIAVE Erasmus+ пројекта имају за циљ да унапреде знање фармера о климатски паметним сточарским праксама.

- ☐ Пољопривредницима може недостајати знање или вештине потребних за усвајање техника одрживе пољопривреде.
- ☐ Обуке имају за циљ едукацију фармера о утицајима климатских промена и доступним стратегијама за ублажавање и прилагођавање овим променама.

- ☐ Саветовања, радионице и демонстрационе фарме дају практичне смернице и искуства у областима као што су очување земљишта и вода, гајење животиња, ефикасност исхране и очување ресурса.



Funded by the European Union



Funded by the
European Union



Пристап ресурсима

❑ **Обуке и интервенције владе** могу побољшати пристап пољопривредника ресурсима и технологијама потребним за прилагођавање и ублажавање климатских промена:

- пристап сортама усева и расама животиња отпорних на климу
- пристап решењима за обновљиву енергију.



<https://pixabay.com/>



Истраживање, иновације, сарадња и размена знања

- ❑ Улагање у истраживање и развој нових технологија и иновација прилагођених сектору сточарства може помоћи у побољшању отпорности на климатске промене:
 - гајење раса стоке отпорније на топлоту,
 - развој додатака храни који смањују емисију метана
 - дизајнирање енергетски ефикасних система смештаја итд.
- ❑ Напредак у прецизној пољопривреди, даљинском детектовању и алатима за дигитално праћење омогућавају пољопривредницима да оптимизују коришћење ресурса, минимизирају утицаје на животну средину и ефикасно реагују на климатску варијабилност.



USV 1842



Funded by the
European Union

Истраживање, иновације, сарадња и размена знања



Слика 3. Савремени модел за одрживу производњу млека [1].



Funded by the
European Union



Истраживање, иновације, сарадња и размена знања

- ❑ Подстицање сарадње и размене знања међу заинтересованим странама, укључујући пољопривреднике, истраживаче, креаторе политике и представнике индустрије, може олакшати размену идеја, искустава и најбољих пракси.
- ❑ Удружења пољопривредника, истраживачки конзорцијуми и партнерства са више заинтересованих страна могу подстаћи сарадњу и колективно деловање.
- ❑ Јачање капацитета за иновације и пружање подршке пољопривредницима су од виталног значаја за ширење одрживе и регенеративне пољопривреде, чиме се максимизирају њени позитивни ефекти.



Funded by the
European Union



Управљање ризиком

- ❑ Произвођачи стоке суочавају се са **низом ризика** повезаних са климом, укључујући топлотни стрес, сушу, избијање болести и недостатак хране.
- ❑ Стратегије прилагођавања и ублажавања могу помоћи у **ублажавању ових ризика** и изградњи отпорности у суочавању са неизвесношћу.
- ❑ Путем обука о техникама процене ризика и управљања, као и приступом механизмима осигурања и финансијске подршке, фармери могу боље да се носе са изазовима везаним за климу.



<https://pixabay.com/>

Закључак



- ❑ Стратегије ублажавања и прилагођавања су од суштинског значаја за изградњу климатске отпорности у системима сточарске производње.
- ❑ Програми обуке, политичке интервенције и технолошке иновације нуде обећавајуће путеве за подстицање и спровођење ових стратегија.
- ❑ Улагањем у образовање, подршку политикама и истраживање и развој, заинтересоване стране могу промовисати одрживе праксе које повећавају продукtivност, профитабилност и еколошку одрживост сточарства.



Funded by the
European Union

Извори



[1] Neethirajan, S. Innovative Strategies for Sustainable Dairy Farming in Canada amidst Climate Change.(2024). Sustainability, 16, 265. <https://doi.org/10.3390/su16010265>



Funded by the
European Union