

PRIMENA PRECIZNE POLJOPRIVREDE U STOČARSKOJ PROIZVODNJI: PRECIZNA ISHRANA ŽIVINE

Lidija Perić^{1*}, Mirjana Đukić Stojčić¹, Dragan Žikić¹,

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za stočarstvo, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

*lidija.peric@stocarstvo.edu.rs

KRATAK SADRŽAJ: Jedan od najvećih izazova u 21. veku biće da se obezbedi hrana za narastajuću ljudsku populaciju. Pored povećanja broja stanovništva suočavamo se i sa ograničenim prirodnim resursima koji su iscrpljeni, a delom i uništeni usled neracionalnog ponašanja ljudi uz primenu tehnologija koje nisu održive. Zbog toga održivost postaje imperativ za sve grane privrede, pa i poljoprivredu. U slučaju stočarstva to znači da se mora obezbediti stabilan i održiv izvor hrane za životinje, maksimalno iskorištavanje hrane i konverzija u proizvode, minimalan negativan uticaj na životnu sredinu i proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane za ljude. Pri tome se iz prirode ne sme uzeti više nego što se prirodi može vratiti, što predstavlja osnovu održivosti. Jedan od načina da se to postigne je i precizna poljoprivreda, čija se metode primenjuju i u živinarskoj proizvodnji, a neka rešenja prikazana su u ovom preglednom radu. Precizna ishrana domaćih životinja sastavni je deo precizne poljoprivrede i ona se može definisati kao „efikasno korišćenje raspoloživih resursa hrane sa ciljem dobijanja maksimalnog odgovora životinja na konzumiranu hranu“. Precizna ishrana je metod koji treba da omogući da se svaka životinja hrani što bliže svojim potrebama, odnosno da se maksimalno poveća sklad između potreba životinje i količine i kvaliteta hrane koju dobija. Metode precizne ishrane obuhvataju saznanja iz informacionih tehnologija, prirodnih nauka, veterinarske medicine, stočarstva, tehnologije i ekonomije. One se baziraju na prikupljanju velikog broja podataka, njihovoj obradi i dobijanju informacija koje će omogućiti individualnu ishranu životinja što bližu njihovim stvarnim potrebama. Precizna ishrana živine još uvek je dosta skupa, ali se sa napretkom informacionih tehnologija i padom cena senzora i potrebne opreme, u skorij budućnosti očekuje šira primena ove tehnologije u praksi.

Ključne reči: živinarstvo, precizna, ishrana

Uvod

Razvoj nauke, a posebno informacionih tehnologija, ima sve veći uticaj na promene u našem životu i poslovanju, pa tako i na stočarsku proizvodnju. One će nesumnjivo dovesti do značajnih promena u načinu na koji će se u budućnosti odvijati stočarska, pa i živinarska proizvodnja (Babinszky i sar., 2013; Komlosi, 2017). Jedan od primera je i razvoj koncepta „precizne poljoprivrede“, odnosno „precizne stočarske proizvodnje“ (PSP).

Osnovna ideja precizne poljoprivrede je da obezbedi farmeru dodatne oči, uši i ruke, kako bi mogao da bolje uoči sve što se dešava na farmi i da mu omogući da adekvatno reaguje. Za to je neophodno povezati eksperte iz informacione tehnologije (IT) i prirodnih nauka, veterinare, inženjere, tehnologe, ekonomiste i farmere. Cilj je da se poveća produktivnost i ekonomičnost proizvodnje, da se bolje iskoriste postojeći resursi uz očuvanje životne sredine, a sve uz maksimalno poštovanje dobrobiti životinja.

Precizna stočarska proizvodnja

Da bi se ostvarila precizna stočarska proizvodnja potrebno je obezbediti alate za konstantni monitoring na farmi, pre svega samih životinja, njihovog zdravlja i ponašanja, ambijentalnih uslova i parametara dobrobiti (Kamphuis i sar., 2015). Potrebno je instalirati senzore i aparate koji mogu da registruju i snime sve promene u objektu i na životinji, zatim prikupljene podatke pomoću softvera i odgovarajućih modela obraditi i omogućiti da se u realnom vremenu reaguje kada u objektu nešto nije u redu (Berckmans i Norton, 2015). PSP mora pomoći farmeru da što ranije detektuje problem i donese adekvatnu odluku (Komlosi, 2017). Pri tome, farmer ima sve manje vremena da se posveti životinjama, posebno njihovom posmatranju i individualnom praćenju, a društvo zahteva da se svakoj životinji obezbedi individualna pažnja u

što većoj meri. Taj problem farmer već odavno ne može da reši u proizvodnji živine i svinja, a sve je teže zadovoljiti individualni tretman životinja i u govedarskoj proizvodnji. Zbog toga je potrebno je instalirati opremu koja se može da na osnovu dobijenih i obrađenih merenja automatski reaguje i koriguje neki tehnološki proces u realnom vremenu (Babinszky i Barsony, 2013, Berckmans i Norton, 2015). Prema Nääs-u i sar. (2006) precizna stočarska proizvodnja je zapravo vezana za optimizaciju smanjenja gubitaka tokom celog proizvodnog ciklusa.

Prvi korak u primeni PSP je je monitoring, odnosno prikupljanje podataka. Posmatra se i registruje što više podataka - od onih vezanih za životinju (vreme konzumiranja i količina konzumirane hrane, masa životinja, telesna temperatura životinje, glasovi koje ispušta, kretanje i raspored životinja u objektu, njihova kondicija, itd.), zatim parametri koji se mere u objektu i vezani su za ambijentalne uslove (temperatura, vlažnost vazduha, kvalitet vazduha, strujanje vazduha, itd.) pa sve do parametara vezanih za životnu sredinu (emisija gasova, prašine, CO₂, neprijatnog mirisa). Krajnji cilj je da se dobije kompletna slika o stanju životinja u datom momentu, da se primenom informacionih tehnologija obradi što veći broj snimljenih podataka i da se na osnovu dobijenih podataka automatski reaguje radi poboljšanja proizvodnje, zdravlja i dobrobiti životinja (Mollo i sar., 2009; Banhazi i sar., 2012).

Primena metoda precizne stočarske proizvodnje u živinarstvu

Neki od primera vezanih za primenu metoda precizne poljoprivrede u živinarstvu pokazuju da su ove tehnologije već razvijene u velikoj meri i da će u budućnosti biti još prihvatljivije. Primera radi, razvijen je sistem za konstantni monitoring temperature ljuske jaja u inkubatoru (OvoScan TM, Petersime). Meri se i gubitak mase jaja tokom inkubiranja i na osnovu ovih informacija automatski se podešavaju ambijentalni parametri i obaveštava se farmer, bez potrebe da se otvara inkubator (Berckmans i sar., 2008). Pomoću precizne tehnologije moguće je doprineti i boljoj sinhronizaciji vremena leženja pilića u inkubatorima (Exadactylos i sar., 2011). Drugi primer odnosi se na poboljšanje merenja pomoću automatskih vaga. Upotreba automatskih vaga u objektima za merenje pilića nije novost, ali ustanovljeno je da samo 25% merenja treba uzeti u obzir jer ostatak čine nepravilna merenja (pilići su nagazili na vagu samo jednom nogom, samo su pretrčali preko vage, skaču više puta itd.). Dodatnim uvođenjem softverskih programa koji mogu da „očiste“ rezultate od nepravilnih merenja i da ukalkulišu i to što se teže ptice manje kreću i manje penju na vagu, značajno je povećana preciznost merenja (Berckmans i Norton, 2013). Jedan od najslikovitijih primera primene precizne poljoprivrede u živinarstvu je sistem ranog upozorenja farmera na probleme u objektu na osnovu posmatranja ponašanja i rasporeda živine u objektu. Još su Collins i sar. (2008) koristili sistem video-kamera da bi posmatrali brojlerske piliće u objektima i proučavali njihovo socijalno ponašanje. U Holandiji je razvijen eYeNamic system (Fancome BV) koji na osnovu konstantnog snimanja distribucije brojlera u objektu i analize dobijenih slika, može sa 95% tačnosti da detektuje probleme u proizvodnji (Kashiha i sar., 2013). Autori ovog rešenja naglašavaju značaj konstantnog posmatranja i smatraju da je konstantno merenje reakcije i ponašanja životinja bolji pokazatelj od povremenog merenja velikog broja parametara. Pomoću ovakvih sistema mogu se otkriti i problemi u kretanju brojlera što je direktno vezano za dobrobit (Komlosi, 2017). Kristensen i sar. (2006) razvili su dinamički model koji može da predvidi aktivnost brojlera u zavisnosti od promene intenziteta svetla. Na osnovu aktivnosti brojlera mogu da se menjaju i ostali ambijentalni parametri u objektima. Pomoću senzora moguće je vršiti automatsko brojanje snesenih jaja (Cronin i sar., 2008), može se vršiti inspekcija trupova na liniji klanja (Chao i sar., 2000) itd.

Kada je u pitanju tovnja živina, jedan od načina za predviđanje mase ptica je merenje zvukova koje emituju brojleri u objektu. U studiji koju su objavili Fontana i sar. (2015) utvrđeno je da postoji veza između frekvencije zvuka, odnosno oglašavanja brojlera i njihove telesne mase. Utvrđena je snažna negativna korelacija između frekvencije glasa i starosti brojlera, pa time i njihove telesne mase. Što su brojleri bili teži, frekvencija njihovog glasa bila je manja. Analizom dobijenih podataka autori su zaključili da bi se mogao stvoriti pouzdan model koji bi na osnovu snimanja jačine zvuka u objektu mogao da služi kao rano upozorenje farmeru da u objektu nešto nije u redu, odnosno da bude parametar kojim će se procenjivati generalni status jata tokom tova. Nadalje, postojanje korelacije između mase ptica i frekvencije njihovog oglašavanja, otvara put da se na osnovu vokalizacije brojlera predvidi njihova telesna masa i trend porasta. Analizom zvuka i postavljanjem mikrofona u hranilice bavili su se i Aydin i sar. (2015). Oni su pomoću senzora registrovali koliko puta pilići kjucaju hranilicu u toku dana i uspeali su da sa 1% greške razdvoje ona ključanja u kojima pilići zaista uzimaju hranu. Ovi podaci bitni su za smanjenje rastura hrane prilikom ishrane.

Ovo su samo neka od dostignuća savremene tehnologije, a nove metode razvijaju se neverovatno velikom brzinom.

Principi precizne ishrane u živinarstvu

Precizna ishrana domaćih životinja sastavni je deo precizne poljoprivrede, odnosno precizne stočarske proizvodnje. Ona se može definisati kao „efikasno korišćenje raspoloživih resursa hrane sa ciljem dobijanja maksimalnog odgovora životinja na konzumiranu hranu“ (Reddy i Krishna, 2009). Ona je idealna za primenu uslovima kada se suočavamo sa nedostatkom resursa kako za ishranu životinja, tako i za ishranu stanovništva. Precizna ishrana podrazumeva da se svaka životinja hrani tačno prema svojim potrebama kako bi ostvarila optimalnu proizvodnju, uz što manji negativan uticaj na spoljašnju sredinu, a da se pri tome, naravno, ostvari profit (Banhazi i sar., 2012b).

Precizna ishrana kombinuje tradicionalna saznanja iz ishrane sa novim saznanjima koja se baziraju na obradi velikog broja podataka primenom kompjuterske tehnologije. Precizna ishrana naziva se još i „information intensive nutrition“ (ishrana uz intenzivnu primenu informacija) (Babinszky, 2013).

Prvi koncept precizne ishrane razvijen je u SAD. Koncept se bazira na primeni informacionih tehnologija i obradi veoma velikih baza podataka iz celog sveta. Najvažnije je da se prikupe što tačniji podaci iz sledećih oblasti: podaci o potrebama životinja u zavisnosti od vrste, rase, genotipa i kategorije; faktori koji utiču na potrebe životinja; interakcije između pojedinih hranljivih materija, minerala i vitamina; predviđanje proizvodnje i kvaliteta proizvoda u zavisnosti od ishrane na osnovu modela dobijenih primenom matematičkih funkcija; smanjenje ekskrecije P, N i gasova korišćenjem različitih sistema ishrane.

Precizna ishrana je metod koji treba da omogući da se svaka životinja hrani što bliže svojim potrebama, odnosno da se maksimalno poveća sklad između potreba životinje i količine i kvaliteta hrane koju dobija. To se odražava pre svega na poboljšanu konverziju hrane, smanjenu potrošnju hrane, očuvanje životne sredine, smanjenje emisije štenih gasova i povećanje ekonomičnosti proizvodnje (Szabo i Halas, 2012). Ovaj poslednji faktor, na žalost, nije u potpunosti zadovoljen, jer su oprema i uslovi koje je potrebno obezbediti za primenu ove tehnologije još uvek skupi (Banhazi i sar., 2012a). Drugo, veliki izazov za ovaj koncept je i pravilna i pouzdana interpretacija numeričkih podataka koji se odbijaju i na osnovu kojih treba odrediti potrebe svake životinje (Sakomura i sar., 2015). Potrebno je sakupiti mnogo podataka i u model uključiti što preciznije podatke kako bi pretpostavljene vrednosti potrebe životinje u datom momentu bile tačne. Moraju postojati instrumenti koji će u svakom momentu odrediti ambijentalne uslove, starost i pol životinje, njenu telesnu masu i druge uslove, na osnovu čega će softver odrediti kolika količina hrane je potrebna za svaku životinju. Ako ove potrebe nisu u skladu sa stvarnošću, onda primenjeni program nema efekta.

Mnogi autori pokušali su da daju što bolju definiciju precizne ishrane. Prema Pomar-u i sar. (2009) principi precizne ishrane su sledeći:

- Upotreba preciznih matrica za određivanje potreba živine;
- Upotreba preciznih matrica za određivanje hranljivih vrednosti hraniva;
- Pravilna upotreba aditiva kojima se poečava iskoristivost i hranljiva vrednost hraniva;
- Usklađivanje sastava hrane sa potrebama životinje.

Kada se sagledaju ovi principi može se zaključiti da su to zapravo principi tradicionalne ishrane, uz malo veći naglasak na preciznost prilikom određivanja potreba. Svakako da nove tehnologije mogu da povećaju tu preciznost, ali suština je u uključivanju drugih grana nauke kako bi se ishrana što više orijentisala ka pojedinačnoj životinji i njenim potrebama u datom momentu. Da bi se ovi principi u potpunosti ispoštovali, Babinszky i Barsony (2013) proširuju ovu definiciju i navode da precizna ishrana u širem smislu obuhvata i mnoge druge oblasti, kao što su:

- Razvoj kompjuterskih programa za balansiranje smeša i pravljenje stočne hrane;
- Striktna kontrola kvaliteta hraniva i ulaznih sirovina;
- Redukovanje mikotoksina u hrani i štetnih posledica delovanja mikotoksina;
- Primena saznanja o ilealnoj svarljivosti pri određivanju potreba u aminokiselinama;
- Upotreba koncepta idealnog proteina prilikom formulisanja obroka;
- Redukovanje štetnih uticaja ambijenta na životinje, posebno toplotnog stresa;
- Primena najnovijih saznanja iz oblasti imunologije;

- Primena novih saznanja iz molekularne genetike u ishrani – ishrana životinja bazirana na njenom genetskom profilu;
- Kontrolisana i precizna upotreba aditiva;
- Fazna ishrana;
- Ishrana odvojena po polovima.

Kod krupnijih životinja preciznu ishranu je mnogo lakše rešiti nego u živinarstvu, gde individualna ishrana može da zvuči kao utopija. Banhazi i sar. (2009) testirali su senzore koji su postavljeni u hranilice za svinje sa ciljem da se tačno izmeri količina hrane koja dospeva u hranilice. Korišćeni su senzori za merenje protoka čvrste hrane i bila su potrebna značajna prilagođavanja kako bi senzori funkcionisali u proizvodnim uslovima, kada se susreću sa visokom vlagom u objektima i sa različitim sastavom hrane. Posle dugotrajnog ispitivanja dobijen je zadovoljavajuća oprema koja je imala grešku u merenju od 2-4% , odnosno +/- 0,1-0,3 kg. Ovakvi senzori se mogu primenjivati za individualnu ishranu svinja, ali pitanje je da li se mogu svesti na nivo individualne ishrane živine.

Jedan od primera realizovanih projekata individualne ishrane živine je program precizne ishrane brojerskih roditelja koji razvija tim prof. dr Martina Zuidhofa na Univerzitetu Alberta (Kanada). Poznata je činjenica da će se od brojerskih roditelja čija je telesna masa ispod ili iznad proseka dobiti manje pilića, te je i cilj svakog odgoja teških roditelja da se restriktivnom ishranom njihova telesna masa održi u optimalnim granicama. Međutim, najveći nedostatak restriktivne ishrane je u tome što kompeticija za hranu dovodi do loše uniformnosti u jatu čime se takođe narušavaju proizvodne performanse (Zuidhof i sar., 2015). Sistem precizne ishrane koji je razvijen na ovom Univerzitetu (Zuidhof i sar., 2017) omogućava pticama da uđu u boks i stanu na platformu koja automatski meri njihovu telesnu masu i očitava broj na krilnoj markici. Softverski program prepoznaje pticu i povezuje je sa njenim potrebama za taj dan uz informaciju koliko je tog dana jela i da li su njene potrebe zadovoljene. Ukoliko je ptica lakša nego što bi trebalo, sistem joj omogućava da u boksu dobije dodatnu hranu u količini koja je njoj potrebna. Posle toga, sistem je blago “izbacuje” iz boksa. Ako je ptica normalne telesne mase, biće uklonjena iz boksa bez dodatnog hranjenja.

Na ovaj način autori (Zuidhof i sar., 2017) su dobili idelanu uniformnost eksperimentalnog jata i očekivali su efekat od 10% povećanja produktivnosti, ali ovaj cilj još uvek nije ostvaren. Očigledno da postoje i drugi faktori koji su bitni da bi sistem precizne ishrane funkcionisao. Njihov zaključak je da su tehnološki predviđene telesne mase suviše niske da bi neke ptice postigle polnu zrelost. Potrebno je povećati količinu hrane kojom se neke ptice hrane kako bi smo bili sigurni da je svaka zadovoljila svoje potrebe.

Pitanje koje se postavlja je da li se ovakav sistem može primeniti u praksi? Ovaj sistem ne zahteva povećan utrošak radne snage, naprotiv. Sve je automatizovano - od merenja ptica do davanja hrane. Ono što je bila glavna prepreka njegovoj široj implementaciji je cena koja ne može da opravda uštede i za sada nije prihvatljiva za živinarsku proizvodnju. Ipak, cena senzora i kompjuterske tehnologije pada, pa je realno očekivati da će se u narednom periodu ovakav način ishrane i finansijski isplatiti, a tada će se moći preporučiti i za širu praksu. Na nauči je da unapredi sistem i da ga učini prihvatljivim za proizvođače.

Pored finansijske isplativosti, sistem precizne ishrane postavlja još jedan izazov. Naime, ptice se hrane individualno, ali uz pretpostavku da je svakoj potrebna ista količina hrane da bi postigla istu telesnu masu. Dakle, uzimaju se prosečne vrednosti da bi se zadovoljile individualne potrebe. Zbog toga se razvijaju matematički modeli koji će omogućiti da se što preciznije odrede potrebe u pojedinim hranljivim materijama i da se predvidi porast kod brojlera ili proizvodnja jaja kod kokoši nosilja. Sakomura i sar. (2015) predstavili su model za određivanje potreba u aminokiselinama za brojlere na osnovu simulacije i predviđanja porasta. Ovi modeli su bazirani na proceni varijacija u konzumaciji aminokiselina unutar populacije brojlera u realnim proizvodnim uslovima. Na osnovu toga, uz korišćenje postojećih programa ishrane, razvijen je model Avinesp koji predviđa (simulira) porast na osnovu sastava hrane. Ovi modeli su se pokazali kao pouzdana i značajna pomoć nutricionistima u formulisanju hrane za brojlere. Kod kokoši nosilja korišćen je model Reading koji kao ulazne varijable (promenljive) uključuje konzumaciju aminokiselina, a kao izlazne proizvodnju jaja i telesnu masu. Ovaj model je značajan jer uključuje i marginalne cene aminokiselina i stavlja ih u odnos sa cenom jaja kao konačnim proizvodom. Model je relativno komplikovan, jer optimalna konzumacija aminokiselina jako varira u zavisnosti od variranja promenljivih uključenih u model.

Ovde se vidi još jedan problem kada je u pitanju povećanje preciznosti ishrane. Ako je u model uključen veliki broj varijabli, onda preporučeni sastav hrane jako varira. Sa druge strane, ako je uključen manji broj varijabli, model nije dovoljno precizan. U svakom slučaju, Sakomura i sar. (2015) konstatuju da je

modeliranje koje uključuje i predviđanje proizvodnih performansi najbolji pristup za određivanje optimalne i najekonomičnije ishrane živine.

Perspektiva primene precizne ishrane u živinarstvu

Rezultati prvih projekata vezanih za primenu PSP nisu ostvarili očekivanja, ali se vremenom ovaj koncept sve više unapređuje (Banhazi i sar., 2012a). Prema mišljenju eksperata razlog je u tome što nove tehnologije još uvek nisu dovoljno praktične, pa za širu populaciju nisu dovoljno prihvatljive (Lehr, 2014).

Jedan od problema je u tome što je oprema skupa, ali padom cena opreme i senzora taj problem je moguće prevazići. Farmeri ne vide direktnu finansijsku korist od primene PSP, pa je potrebno raditi na konstantnoj edukaciji i farmera i potrošača (Adrian i sar., 2005; Banhazi i sar., 2012b; Lehr, 2014). Drugi problem je u tome što se prikuplja enormno veliki broj podataka, a rezultati dobijeni obradom podataka često se nalaze u obliku koji je teško razumljiv i nije koristan za farmera pri donošenju odluka (Kamphuis i sar., 2015). Mnogo više pažnje se posvećuje sensorima i prikupljanju podataka, a nedovoljno konvertovanju podataka i povećanju njihove upotrebne vrednosti. Takođe, ustanovljeno je da farmeri imaju značajan stepen nepoverenja prema tome kako će se upotrebiti podaci sa njihovih farmi (Kutter i sar., 2009).

Na kraju se može zaključiti da precizna stočarska proizvodnja ima najviše šansi za uspeh u zemljama gde je radna snaga skupa, gde postoji njen nedostatak i u kojima je potrošačima veoma stalo do dobrobiti životinja (Komlosi, 2017). Interesantna je i za zemlje u kojima postoji nedostatak resursa, ali s obzirom na cenu opreme za PSP i na potreban nivo tehnološke razvijenosti, po svemu sudeći najplodnije tlo za primenu precizne poljoprivrede su za sada razvijene evropske zemlje.

Literatura

1. Adrian A. M., Norwood S. H., Mask P. L. (2005) Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48 (3): 256-271.
2. Aydin, A., Bahr, C., Berckmans, D. (2015) A real-time monitoring tool to automatically measure the feed intakes of multiple broiler chickens by sound analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 1-6.
3. Babinszky L., Barsony P (2013) Precision animal nutrition. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0009_Babinszky_Laszlo_Barsony_Peter-Nutrition/ch14s02.html
4. Banhazi T.M., Rutley D., Parkin D.J., Lewis D. (2009) Field evaluation of a prototype sensor for measuring feed disappearance in livestock buildings. *Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering*, 7 (1) 27-38.
5. Banhazi T.M., Babinszky L., Halas V., Tschärke M. (2012a) Precision livestock farming: Precision feeding technologies and sustainable animal production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5 (4) :1-8.
6. Banhazi T.M., Lehr H, Black J.L., Crabtree H, Schofield P, Tschärke M. (2012b) Precision livestock farming: An international review of scientific and commercial aspects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5 (3): 1-9.
7. Berckmans D. A., Van Brecht A., Aerts J. M., Peeters, L., Van Der Beken I., Degraeve P. (2008) Apparatus and Method for Processing Bio response Signals, in Particular Apparatus and Method for Hatching Eggs. Google Patents. Retrieved from <https://www.google.ch/patents/US20080041317>
8. Berckmans D., Norton T. (2013) Precision livestock farming: examples for poultry. Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming, Belgium, Leuven, September 10-12, 2013. 79-87.
9. Chao K., Park B., Chen Y. R., Hruschka W. R., Wheaton F. W. (2000) Design of a dual-camera system for poultry carcasses inspection. *Applied Engineering in Agriculture* 16 (5): 581-587.
- Collins L.M. (2008) Non-intrusive tracking of commercial broiler chickens in situ at different stocking densities. *Applied Animal Behavior Science*, 112(1-2):94-105.
10. Cox S. (2002) Information technology: The global key to precision agriculture and sustainability. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36 (2-3): 93-111.

11. Cronin G. M., Borg S. S., Dunn M. T. (2008) Using video image analysis to count hens in cages and reduce egg breakage on collection belts. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48, 768-772.
- Exadaktylos V., Silva M., Berckmans D. (2011) Real-time analysis of chicken embryo sounds to monitor different incubation stages. *Computers and Electronics in Agriculture* 75(2): 321-326.
12. Fontana I., Tullo E., Butterworth A., Guarino M. (2015) An innovative approach to predict the growth in intensive poultry farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119, 178-183.
13. Kamphuis C., Steeneveld W., Hogeveen H., (2015) Economic modelling to evaluate the benefits of precision livestock farming technologies. *Precision livestock farming applications: Making sense of sensors to support farm management*. Ilan Halachmi Ed., 87-94. DOI: http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-815-5_3.2
14. Kashiha M., Pluk A., Bahr C., Vranken E., Berckmans D.(2013) Development of an early warning system for a broiler house using computer vision. *Biosystems Engineering*, 116 (1): 36-45.
15. Komlosi I. (2017) Precision livestock farming. *Proceedings of International Symposium on Animal Science*, 5-10. June, Herceg Novi, Montenegro, 8-13.
16. Kristensen H. H., Aerts J. M., Leroy T., Wathes C.M., Berckmans D. (2006) Modeling the dynamic activity of broiler chickens in response to step-wise changes in light intensity. *Applied Animal Behaviour Science* 101(1-2):125-14.
17. Kutter T., Tiemann S., Siebert R., Fountas S. (2009) The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture*, 12 (1): 2-17.
18. Lehr, K (2014) Recent advances in precision livestock farming. *International Animal Health Journal*, 2 (1): 44-49.
19. Mollo M.N., Vendrametto O., Okano M.T. (2009) Precision livestock tools to improve products and processes in broiler production: a review. *Brasilian Journal of Poultry Science*, 11 (4): 211-218.
20. Nääs I.A., Carvalho V.C., Moura D.J., Mollo M.N. (2006) Animal behaviour analysis; signal and image processing approach. In: Axel Munack A, editor. *Handbook of agricultural engineering*. Michigan: International Commission of Agricultural Engineering, pp.313-325.
21. Pomar C., Hauschild L., Zhang G.H., Pomar J., Lovatto P.A. (2009) Applying precision feeding techniques in growing-fnishing pig operations. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 226–237.
22. Reddy D.V., Krishna N. (2009) Precision animal nutrition: A tool for economic and eco-friendly animal production in ruminants. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 21, Article #36. <http://www.lrrd.org/lrrd21/3/redd21036.htm>
23. Sakomura N.K., Silva, E.P., Dorigam J.C.P., Gous R., St-Pierre N. (2015) Modeling amino acid requirements of poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, 24: 267-282.
24. Szabo Cs., Halas V. (2012) Precision livestock farming: Precision feeding technologies and sustainable livestock production. *Acta agriculturae Slovenica*, Supplement 3, 9–15.
25. Zuidhof M. L., Holm D.E., Renema R. A, Jalal M.A, Robinson F.E. (2015) Effects of broiler breeder management on pullet body weight and carcass uniformity. *Poultry Science*, 94 (6) 1389-1397.
26. Zuidhof M. L., Fedorak M.V., Ouellette C.A., Wenger I.I. (2017) Precision feeding: innovative management of broiler breeder feed intake and flock uniformity. *Poultry Science*, Feb 4. doi: 10.3382/ps/pex013.

Summary

One of the biggest challenges in the 21st century is to feed the growing human population. On the other hand we are facing the lack of the natural resources due to the human activity and climate changes. Because of that sustainability is an emerging issue in agricultural production. In livestock production that means providing sustainable feed base, maximum feed conversion, reduced environmental impact and production of safety food. That can be reached throughout the application of precision livestock farming. Some of the methods of precision livestock farming applied in the poultry production are presented in this paper. Precision poultry nutrition is one of the key components of precision livestock farming. It can be defined as „the effective utilization of available feed resources with the aim of maximizing the animals' response to nutrients“. This method should enable the feeding of animals according to their individual needs. Precision nutrition includes the use of precise nutrient requirement matrix, use of precise ingredient matrix, proper use of modifiers and feed processing technologies and adjustment of nutrient supply to match requirements of livestock. It combines the knowledge from different fields of science: information technologies, natural sciences, veterinary medicine, animal science, technology and economics. Precision poultry nutrition is still expensive but the prices of the sensors and necessary equipment are falling and it is expected that these technologies will be affordable for the poultry producers in the near future.

Keywords: poultry production, precision, nutrition