

За обоснования избор на зърнокомбайни за земеделски стопанства в България

Чавдар Везиров, Дияна Великова, Христо Я. Христов

About justified choose of grain harvesters for Bulgarian farms: The harvest time respectively machinery for the operation are crucial for plant yields and grain quality. Some approaches for problem solution and necessary information are discussed. A decision tree procedure for coherent selection of appropriate machines is described. Several important indices of grain harvesters manufactured by some large agricultural machinery companies are shown in few illustrations.

Key words: farm machinery selecting, optimal time to harvest, appropriate technical data

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните двадесет години производството на селскостопанска продукция в България значително намаля и едновременно с това чувствително се влоши ефективността на земеделското производство. Освен това преходът от многокултурно земеделие към специализирано производство на два до пет продукта най-често увеличи риска и затрудни прилагането на подходящи сеитбообръщения. Съотношението на цените на зърнокомбайните и зърното нарасна в пъти, което още по-остро постави въпроса за обоснован избор на съответната техника.

Естествено в началото трябва да се определят количествата работа и сроковете за осъществяването им. Това е задължителна предпоставка за ефективно използване на прибиращата техника, съответно определена с нейната производителност и брой.

Тъй като количеството на прибираните площи и продукцията се определя най-напред от сеитбообръщението, то съчетанието на съответните култури изисква нужните комбайни и в предварително известни периоди. Разбира се конкретното определяне на оптимална продължителност и период на прибиране трябва да отчита процесите на изменение на метеорологичните условия и финансовите еквиваленти на основните фактори за ефективността. Теоретически продължителността се изчислява чрез търсене на минимума на сумарните разходи за техника (купуване, експлоатация...) и възможните загуби на продукцията [2, 13, 16]. Практически първо се определя началният момент за започване на прибирането, а продължителността зависи от възможностите на прибиращите средства. В случая обаче, за да знаем с какви и колко комбайни трябва да разполагаме, предварително е нужно да покажем какво е най-подходящата продължителност на работата. Обикновено тя се изчислява на база цени и интензивност на изменение на загубите, формули за които са представени например в горе цитираните източници. За съжаление не се разисква въпроса за експлоатацията на комбайните за разни култури в рамките на една производствена година.

Втората голяма пречка за обоснован избор на прибираща техника е липсата на информация за възможната ѝ производителност в конкретните условия и за конкретни култури. Преди малкият асортимент на зърнокомбайни позволяващи за тях да се разработят норми за сменна изработка и разход на гориво. Сега това е невъзможно тъй като и вече не съществуват съответните служби за нормиране в селското стопанство в повечето страни от Централна и Източна Европа.

По тези причини в тази статия ще се опитаме да покажем доколко с наличната информация е възможно да се направи аргументирано избор на подходяща техника за прибиране на зърнените култури за българските земеделски стопанства.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обикновено за определяне на интензивността на изменение на загубите се ползват данни близки до условията на нашата страна от САЩ, Украйна, Южния фе-

дерален окръг на Русия [2]. Такива са показани в долната таблица 1.

Вижда се, че данните не обхващат всички култури, прибирани със зърнокомбайни. Освен това поради трудоемкостта на работата, няма нови представителни данни за съвременните сортове, хибриди и съвременните технологии. Нещо повече – даже за една и съща година за различни полета биологическият коефициент за загубите за пшеница може да бъде и със значително по-висока стойност - от 0,0145 до 0,0190 [1]. Допълнително даже при най-подходящи условия (влажност, съотношение на зърно и слама, регулировки) може да се очаква нарастване на загубите с около 2% или повече при полегнал посев и удължаване на срока за прибиране [7].

Таблица 1.

Примерни стойности на коефициента за загубите на продукция при прибиране зърно в части/денонощие

Култура	Русия	САЩ	Украйна
Пшеница	0,0090	0,0120	0,0315
Царевица	0,0140	0,0120	0,0162
Ечемик	0,0216	0,0240	0,0218
Соя	0,0040	0,0144	
Слънчоглед	0,0360		0,0320

Възможно е да се използват препоръчителни срокове за прибиране [9, 10, 11]. За съжаление те не са подходящи за нашите условия, например за класови зърнени култури те са от 104 до 130 часа, а общо за годината 280 часа. Причината да се препоръчват тези дълги срокове са по-ниските цени на зърнокомбайните произведени в Русия.

По-добре би било конкретно да се определя оптимална продължителност в часа, например по формулата

$$Op = [-b + (b^2 - 4*a*c)^{1/2}]/(2*a*c),$$

$$\text{където } a = K_{3RI} * C_{ПРИ} * U_{RI} * R_{RI} * Q_{CRI} * K_{RI}^2 * F_{RI}^2 * K_{MRI}^2,$$

$$b = 2 * K_{RI} * F_{RI} * K_{MRI} * \Gamma_J * K_{3RI} * C_{ПРИ} * U_{RI} * R_{RI} * Q_{CRI},$$

$$c = -K_{RI} * F_{RI} * K_{MRI} * K_{CJ} * \Gamma_J * B_J * V_{IJ} * R_{RI} / W_{RI} + K_{3RI} * C_{ПРИ} * U_{RI} * R_{RI} * Q_{CRI} * \Gamma_J^2.$$

Използваните символи представят величините:

W_{RI} е часовата производителност на агрегата с номер i за работа R , K_{RI} - коефициент на сменност, F_{RI} - продължителност на работа в смяната, K_{MRI} - коефициент за метеорологични условия, K_{CJ} е коефициент на съпътстващите капиталовложения поради необходимостта от съответни средства за техническо обслужване, съхранение и т.н., Γ_J - цена на J -тото техническо средство, B_J - коефициент за привеждане на еднократните капиталовложения към годишни разходи (например чрез лихвата върху заемите или с нормативен коефициент за ефективност на капиталовложението), C_{RI} - разходи за единица работа, V_{IJ} - брой на съответния вид ресурси в един агрегат, Γ_J - годишната заетост без въпросната работа, например в часове, R_{RI} - количество работа, K_{3RI} - коефициент на загубите (както в таб.1), U_{RI} – добив на зърно, $C_{ПРИ}$ - цена на зърното, Q_{CRI} коефициент за привеждане на работата към площ.

Отначало се използват данни за очакваната годишна заетост или нормативна за задаване на Γ_J . След това се уточняват сроковете по култури и се смята с новоизчислената Γ_J . Процедурата продължава итеративно до постигане на желаната точност. За улеснение е създадена и се ползва съответна електронна таблица.

Освен многото икономически данни, прогнозираните добив и коефициента за загубите, необходимо е да се предвиди и часовата производителност на 1 комбайн от прибиращата техника. Тъй като в проспектите не се дава последната информация, ще се опитаме да представим някои технико-общи характеристики. Водеща е мощността на двигателите им. Класификация за някои от тях е дадена в таблица 2. Според други автори границите се различават малко, например за първи клас мощ-

ността е от 50 до 100 hp, и оттам нагоре по 50 hp за клас. Налице е обаче тенденция за производство на все по-мощни комбайни. Не случайно пишат за комбайни на стероиди [18].

Руски автори класифицират комбайните по пропускателната им способност [8]: 1-2 kg/s (I клас); 2-3, 2-3,5 (II клас); 5-6, 5-6,5 (III клас); 7-8 (IV клас); 8-9, 8-9,5 (V клас); 11 – 12, 11 – 13 kg/s (VI клас). Това групиране е свързано с възможностите им за работа и заради това е по-полезно за практиката. Всъщност оценката е по общата маса на зърно и слама при слама/зърно 1,5 с влажност 14 – 16 %, допустими загуби на зърно и постъпателна скорост 2,0 – 2,2 m/s. Други автори определят пропускателната способност по незърнената маса (material other than grain) и при допустими загуби 3,7% [14]. По тази причина пропускателната способност на комбайните трябва да отчита и други параметри на зърнокомбайните като тип и размери на вършачно-сепариращото устройство, очистката и ситата, на барабана и подбарабана и други.

Таблица 2.

Групиране на някои зърнокомбайни в класове според мощността на двигателите им в hp

Производител и модел	5. клас 215 - 270	6. клас 270 - 320	7. клас 320 - 375	8. клас 375 - 410	9. и 10. клас над 410
Claas Lexion		730	670, 740	750	760, 770
John Deere	9550	9660	9670	9680	9690
Case IH Axial Flow	5130	6130	7130	8230	9230
Massey Ferguson		9520	9540	9560	

За улеснение се предлагат формули [5, 12] за връзка между класа на комбайна, индекса на пропорционалност, пропускателната способност Q_n , мощността P_e , hp, площите, m^2 на вършачния подбарабан F_p , сепаратора F_c , ситата на очистката F_r за класически тип и аксиално-роторен тип вършачно-сепариращи устройства (за втория случай имаме обща площ $F_{пс}$) съответно:

$$Q_n = 0,458 * [P_e/32 + F_p/0,26 + F_c/1,5 + F_r/0,8] - 0,83,$$

$$Q_n = 1,83 * [P_e/126 + (F_{пс} + F_r)/2 - 0,83].$$

За съжаление тези формули не решават проблема, тъй като има случаи на еднакви комбайни с различни по мощност двигатели: New Holland 56 RS, Case IH 2388, John Deere 9660, Claas Lexion 580 и др. Освен това по същество пропускателната способност се определя от най-слабото звено в системата: мощността на двигателя или площта и типа на вършачно-сепариращата част и ситата.

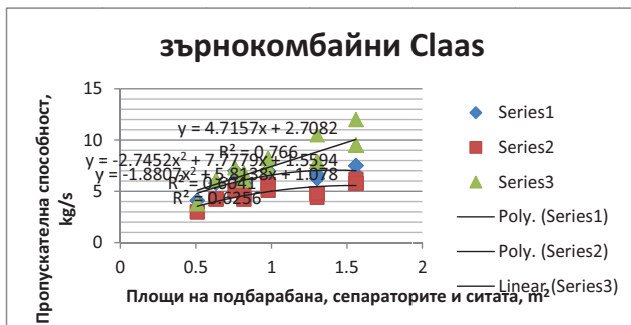
Възможно е да се сравняват зърнокомбайните и с тъй наречените еталонни зърнокомбайни [6, 9]. За условията на Русия такива са Нива-Ефект и Vector-410 при пряка жътва на класови зърнени култури с примерна пропускателна способност 5,6 и 7,7 kg/s. За по-нови модели ще е необходимо да се знаят пропускателните им способности. Така проблемът за определянето ѝ (опитно или изчислително) остава. Това ни накарва да потърсим чрез статистически методи други обобщаващи зависимости на база данни за известни зърнокомбайни.

На нашия пазар основни производители и търговци предлагат зърнокомбайни от фирмите Claas, Case IH, New Holland, John Deere, Deutz-Fahr, Massey Ferguson, Ростсельмаш. По-рядко се срещат машини от други европейски страни. Част от производителите с традиция в тази област предлагат комбайни окомплектовани с възли и агрегати от известни марки, например заводи в Русия, Украйна, Полша, Румъния. По тази причина и по липса на достатъчна информация много от марките и моделите, няма да бъдат анализирани. По-долу са показани някои от получените зависимости.

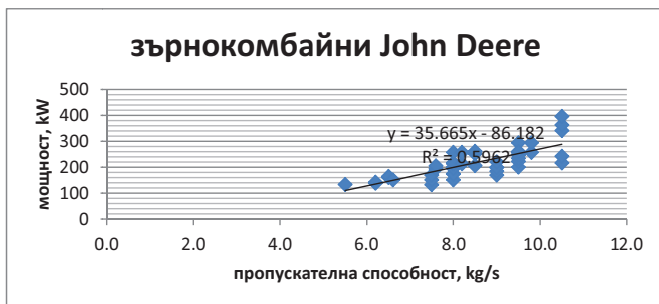
Тъй като коефициентите на определеност са относително високи, говорим за значителна корелация. В същото време за серии 2 и 3 зависимостите са нелинейни, което противоречи на предлаганите в литературата формули за пресмятане на про-

пускателната способност. Представянето на въпросните връзки с прави линии значително намалява коефициента на корелация.

Тази особеност на връзките важи и за други зърнокомбайни, например за John Deere – показана на фиг.2.



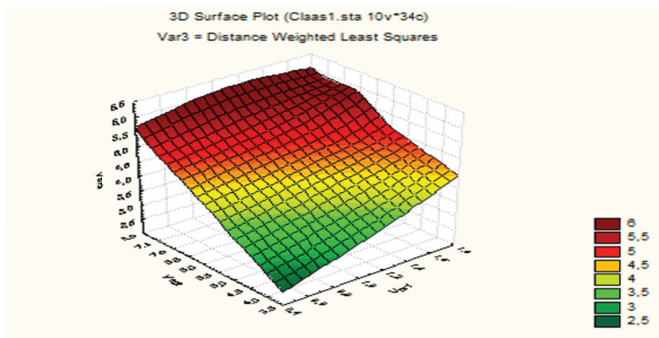
Фиг.1. Зависимост на пропускателната способност на комбайни Claas. серия 1 - площите на подбарабана; серия 2 – площите на сепараторите; серия 3 – площите на ситата от очистката; R² - коефициент на определеност.



Фиг.2. Линейна зависимост между мощността на двигателите на зърнокомбайни John Deere и пропускателната им способност. R² - коефициент на корелация.

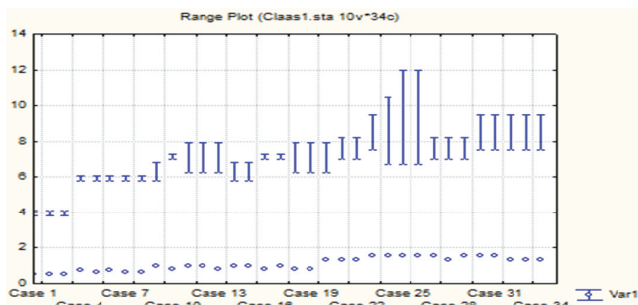
За сравнение при полиномиална зависимост от втора степен R² = 0,618, от трета степен – 0,626, при експоненциална – 0,649, при логаритмична – 0,571, при степенна – 0,637.

Тримерно изображение на зависимост между основни параметри за зърнокомбайни Claas е показано по-долу. Очевидно е, че между трите величини има линейна връзка и е възможно корелацията да е много силна. С това се нарушава една от предпоставките за регресионен анализ.



Фиг. 3. Зависимост между площите на подбарабана Var1, сепаратора Var2 и очистката Var3 за зърнокомбайни Claas

В същото време границите на вариране на пропускателната способност на комбайна може да са твърде широки, например около Case 25, т.е. резултатите да не са достатъчно подходящи за прогнозиране – фигура 4. Подобно изглеждат графициите и за други марки машини.



Фиг. 4. Граници на вариране на пропускателната способност от площта на подбарабана и сепаратора за зърнокомбайни Claas

За използване на получените резултати се предлага следната процедура за вземане на решение,

Определя се средна производителност W_{RI} за нова и втора ръка техника на база пропускателната й способност, очакваното натоварване, степента на използване на времето в смяната, денонощието и сезона. Изчисляват се продължителността на работа и се уточняват разходи за единица работа при новополученото годишно използване (заетост) на комбайните C_{RI} . Преценява се възможността за изплащане на разходите за придобиване на машините. Ако цените са прекалено високи се сравняват с разходите за наемане. Ако и те са непоносими – трябва да се сменят културите и сеитбообръщенията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За обоснован избор на зърнокомбайни са нужни описаните по-горе данни за икономическото положение на пазара, степента на използване на времето, влиянието на метеорологичните условия, производителността и разхода на гориво на техниката. За практически избор е важно да се знае пропускателната способност на прибиращите машини на база опити, формули или регресионни зависимости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беляев В. И., С. А. Камша. Оценка биологических потерь урожая пшеницы в Алтайском крае. Вестник Алтайского государственного института, № 2, 2009.
- [2]. Везиров Ч. и др. Проектиране на механизирани технологии в земеделието. 2004.
- [3]. Войтюк В. и др. Зернозбиральні комбайни – новий чи вживаний. Пропозиція, № 4, 2006.
- [4]. Горшенин В. И. и др. Машини для уборки зерновых культур. 2006. <http://fermer.ru/files/forum/2011/11/129374/don-rotor.pdf>
- [5]. Демко А. А. и др. Визначення пропускнуої здатності молотильно-сепаруючого пристрою зернозбирального комбайна. http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_121/13.pdf
- [6]. Жалнин Э. В. и др. О переводе физических зерноуборочных комбайнов в эталонные. Тракторы и сельхозмашины, № 9, 2009.
- [7]. КЗС 1218. Инструкция по эксплуатации. Методика определения потерь зерна за комбайном при уборке зерновых культур.

- [8]. Ломакин С. Зерноуборочные комбайны: потребности покупателей, предложения производителей. <http://agroobzor.ru/sht/a-143.html>
- [9]. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности. 2009.
- [10]. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве. 2006.
- [11]. Нормативы потребности АПК в технике для растениеводства и животноводства. 2003.
- [12]. Пенкин С. М. Оценка пропускной способности зерноуборочных комбайнов по известным параметрам. Тракторы и сельхозмашины, № 1, 2003.
- [13]. Саклаков В. Д., М. П. Сергеев. Техничко-экономическое обоснование выбора средств механизации. 1973.
- [14]. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volume III. 1999.
- [15]. Eckelkamp M. What Gives a Combine its Class. http://www.agweb.com/article/what_gives_a_combine_its_class/
- [16]. Hunt. D. Farm power and machinery management. 2007.
- [17]. Vezirov Ch. at all. Selection of machinery for harvest of rapeseed and other grain crops. Balkan agricultural engineering review, volume 17, 2012.
- [18]. Werhspann J. Combine on steroids. <http://farministrynews.com/combines-steroids>

За контакти:

доц. д-р Чавдар Везилов, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 442, e-mail: vezirov@uni-ruse.bg,
инж. Дияна Великова, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 448, e-mail: ddvelikova@uni-ruse.bg,
инж. Христо Христов, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 442, e-mail: hyhristov@uni-ruse.bg.

Докладът е рецензиран.