

Vaječné experimenty

K. Kohoutová*, L. Novotný

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

*kohoukri@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

S vejci si většina lidí spojuje především jídlo nebo malé ptáče, které se z vejce vylíhne. My jsme se rozhodli na vejce podívat očima fyziků a zjistit některé jeho mechanické vlastnosti.

1 Úvod

Mechanické vlastnosti vejce jsou dány především jeho složením a tvarem.

Vejce se skládá ze tří částí: žloutku, bílku a skořápky. Ve žloutku se nalézá zárodek spolu s živinami, bílek tvoří ochranné prostředí žloutku a vyživuje zárodek a skořápka chrání vaječný obsah, tedy vyvíjejícího se jedince, před mechanickým poškozením. Tvoří přibližně 10 % celkové hmotnosti vejce (cca 6 g). Chemické složení vaječné skořápky je u všech druhů drůbeže přibližně stejné: obsah vody je 1 – 2 %, sušina je z většiny tvořena anorganickými látkami (asi 95 %, zejména uhličitán vápenatý a uhličitán hořečnatý), obsahuje ale i látky organické (asi 4 %, především glykoproteinový komplex). Její tloušťka se pohybuje okolo 0,4 mm.

Tvar vejce se u jednotlivých zvířecích druhů mírně liší (tvar slepičího vejce můžeme vidět na obrázku (1) vlevo). Je poměrně špatně popsateľný, o to však z fyzikálního hlediska dokonalejší – právě tvar vejce umožňuje rozložit sílu na vejce působící podobně, jako se to děje například v případě klenby. Díky tomu je vejce schopno bez poškození odolávat podstatně větším silám, než kdyby jeho tvar nebyl takto unikátní.

Skořápka jakožto ochranný obal musí být natolik pevná, aby vejce nebylo poškozeno samicí, která na vejcích sedí a zahřívá je, a aby dokázala co možná nejlépe ochránit mládě před nebezpečím jak ze strany jiných živočichů, tak ze strany přírodních vlivů (vítr, písek, padající listí, déšť atp.). Přílišná tvrdost skořápky by ale byla na škodu, neboť by bránila mláděti ve vylíhnutí. Skutečnou hodnotu „rozbitnosti“ skořápky tedy příroda zvolila někde uprostřed – a právě tím, jak snadno či nsnadno lze vejce rozbít za různých okolností a různými způsoby, jsme se zabývali v našem experimentu.

Veškerá měření jsme prováděli na slepičích vejcích střední velikosti, konkrétně na Čerstvých vejcích M/10 zakoupených v supermarketu Albert.

2 Pád vejce z výšky

Rozhodli jsme se experimentálně zjistit, jak pevná je skořápka vejce při nárazu. Jednotlivá vejce jsme postupně pouštěli volným pádem na parkety z modřínového dřeva z různé výšky h (jako výšku h jsme označili svislou vzdálenost mezi podlahou a nejnižším bodem skořápky) a zjišťovali jsme, při pádu z jaké nejmenší výšky se vejce nakřápane (tj. jeho skořápka se poškodí) a rozbije (tj. skořápka se rozpadne na části a obsah vyteče). Námí

naměřená výška nutná pro nakřápnutí je $h = (1,3 \pm 0,3)$ cm, což odpovídá podle vzorce $v^2 = 2gh$ rychlosti dopadu asi $v = (0,51 \pm 0,08)$ m/s. Pro rozbití jsme změřili výšku $h' = (20 \pm 2)$ cm, odpovídající rychlost je asi $v' = (2,0 \pm 0,2)$ m/s.

Dále jsme se pokusili změřit, jak se výška nutná k nakřápnutí změní, obalíme-li vejce přibližně 0,5 cm silnou vrstvou určitého materiálu (obalená vejce v porovnání s neobaleným můžeme vidět na obrázku (1)).



Obrázek 1: Vejce, vejce obalené vatou, vejce obalené novinovým papírem, vejce obalené papírovými ubrusky

Naměřená výška nutná k nakřápnutí pro vejce obalené vatou je $h_1 = (9 \pm 2)$ cm, pro vejce obalené novinovým papírem $h_2 = (10 \pm 2)$ cm a pro vejce obalené papírovými ubrusky $h_3 = (16 \pm 2)$ cm. Jednoznačně nejlépe tedy podle našich měření vejce ochrání papírové ubrusky.

3 Působení silou jiným způsobem

V druhé části našeho projektu jsme experimentálně zjišťovali, jak pevná je skořápka, je-li na vejce působeno silou jinak než při nárazu.

Jak jsme názorně ukázali během prezentace, rozmáčknout vejce v ruce není vůbec tak snadné, jak by se mohlo zdát, a to zejména díky jeho struktuře a tvaru, jak již bylo řečeno výše.

Na závěr naší prezentace jsme se pokusili zopakovat experiment uveřejněný na YouTube, podle kterého se může dospělý člověk opatrně postavit na plato vajec, aniž by se vejce rozbila, dokonce by údajně neměl být problém po vejcích opatrně chodit^[4]. V našem případě se bohužel experiment nezdařil, po několika sekundách začaly skořápky vajec praskat i při pouhém stání na nich. Důvodem nezdaru byla pravděpodobně nižší kvalita skořápek našich vajec oproti skořápkám vajec použitých při pokusu na videu.

4 Shrnutí

Vejce se ukázala být z fyzikálního hlediska nesmírně zajímavými objekty. Zjistili jsme, z jaké výšky musí vejce za různých okolností spadnout, aby se rozbilo, předvedli jsme rozklad sil

na vaječné skořápce a prokázali, že ne všechna tvrzení o vejcích, která nalezneme na internetu, jsou pravdivá. Doufáme proto, že v budoucnu budou realizovány další výzkumy zabývající se vejci a veškeré mýty o nich budou postupně vyvráceny.

Poděkování

Rádi bychom zde poděkovali Mgr. Regině Kohoutové za laskavé poskytnutí většiny vajec pro naše experimenty, Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za podporu a jeho cenné rady ohledně prezentování projektu a Františku Boháčovi, Matěji Listíkovi a Aleši Neoralovi za jejich pomoc při psaní tohoto článku.

Reference

- [1] kol. autorů, *Vejce*, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vejce>
- [2] kol. autorů, *Jak pevná je skořápka?*, <http://www.quido.cz/fyzika/42fyzika.htm>
- [3] kol. autorů, *Kde se využívá rozkladu sil*,
<http://fyzweb.cz/materialy/sily/vice/vyuz.php>
- [4] kol. autorů, *Walking on Eggs – Cool Science Experiment*,
<http://www.youtube.com/watch?v=Xckhg7Ns8so>