

Vývoj cen pšenice ve Francii a v Německu v letech 1531–1785

Jaroslav Střeščík (1), Miroslav Mikulecký sen. (2), Lukáš Mikulecký (3)

(1) Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky, v.v.i., Praha, Česká republika

(2) Oddelenie biometriky a štatistiky, Neuroendocrinology Letters, Stockholm-Bratislava, Sweden-Slovenská republika a BIOCOS, University of Minnesota, USA

(3) Ekonomická univerzita Bratislava, Národohospodárska fakulta, Bratislava, Slovenská republika

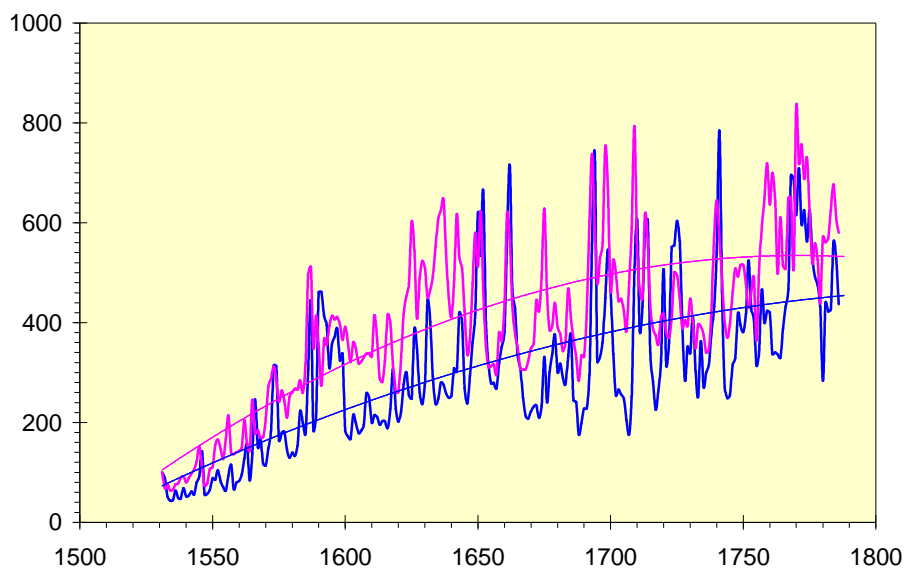
Průměrné roční ceny pšenice v Paříži a v Kolíně nad Rýnem v 16. až 18. století jeví značnou vzájemnou podobnost, což lze očekávat vzhledem k malé geografické vzdálenosti. V dlouhodobém měřítku nejprve ceny lineárně rostou, později se růst zpomaluje, a to shodně v obou zemích. Toto je doprovázeno silným krátkodobým kolísáním, které probíhá opět v obou zemích podobně. Ve spektrech těchto časových řad je významný vrchol v periodách kolem 130 a 60 roků a další kolem 35 a 14-15 roků, ten poslední je nápadnější v datech z Francie. Perioda slunečního cyklu (11 let) se zde neprojevuje. Korelace s průměrnými ročními teplotami vzduchu a ročními Wolfovými čísly sluneční aktivity je záporná, ale jen málo nad hranicí významnosti (v rozmezí -0,14 až -0,22). V dlouhodobé změně se takto odráží dlouhodobé změny průměrné roční teploty vzduchu a sluneční aktivity, shodně pro obě země. Po odečtení parabolického trendu se tyto korelace sníží, zato vyniknou korelace s průměrnými srážkovými úhrny, které jsou kladné (do 0,18). Všechny korelace jsou v Německu o něco vyšší než ve Francii. Vzájemná korelace mezi cenami v Paříži a v Kolíně nad Rýnem činí 0,79, po odečtení dlouhodobého trendu klesne na 0,53. V oboru kratších period převládá závislost na meteorologických podmínkách, které nejsou ve Francii a v Německu stejné. V řadách průměrných teplot a srážkových úhrnů se také vyskytuje perioda 14-15-letá. V deštivějších (a obvykle chladnějších) letech je úroda nižší a ceny vyšší.

The progress of wheat prices in France and in Germany between 1531 and 1785

Mean annual wheat prices in Paris and in Cologne during the 16th – 18th century display a considerable similarity, which may be expected due to the small geographical distance. In the long-term scale the prices increase, later the increase becomes slower, and this course is similar in both countries. This variation is supplemented by short-time fluctuations, again similar in both countries. In the spectra of these time series a significant peak appears in the periods near 130 and 60 years, further ones near 35 and between 14-15 years, the latter being more apparent in data from Paris. The period of solar cycle (11 years) is not significant here. Correlation with mean annual air temperatures and mean annual sunspot numbers is negative, but only a little above the limit of significance (it moves between 0.14 and 0.22). In the long-term change long-term variations of mean annual air temperatures and solar activity, valid for both countries, reflect themselves. After subtraction of the parabolic trend these correlations become lower, on the other hand, correlations with precipitation totals are more distinct. All correlations are a little higher in Germany than in France. The mutual correlation between prices in Paris and in Cologne is 0.79, without long-term course falls to 0.53. In the zone of short-term periods the dependence on meteorological conditions prevails, which are a little different in Paris and in Cologne. In time series of air temperatures and precipitation totals also the period about 14-15 years takes place. In more wet (and usually colder) years is the harvest lower and therefore prices are higher.

V podrobné ekonomické studii Goldstein (1988) je uvedena spousta údajů vztahujících se k ekonomice, jako jsou ceny různých komodit v mnoha zemích, indexy produkce a mnoho dalších. Protože byly tyto údaje původně uváděny v nejrůznějších jednotkách, přepočítal autor všechny číselné hodnoty tak, aby v roce, kdy časová řada začíná, byla jejich hodnota rovna 100. Komplikací je však skutečnost, že téměř každá řada začíná v jiném roce, takže pro vzájemné porovnání některých údajů je vhodné číselné údaje dále přepočítat, např. vztáhnout ke stejnému roku.

Zde se prozatím omezíme jen na ceny pšenice jakožto nejvýznamnější potravinářské suroviny, a to jen ve dvou zemích: ve Francii a v Německu. Francouzská data pocházejí z burzy v Paříži a jsou uvedena pro období 1500-1788, německá z burzy v Kolíně nad Rýnem a uvedena jsou pro období 1531-1786. To znamená, že v období 1531-1786, tedy za 256 let, jsou k dispozici data z obou míst. Omezíme se proto v dalším (kvůli porovnatelnosti) jen na toto období, tj. nebudeme uvažovat francouzská data za prvních 31 let (1500-1530) a poslední dva roky (1787-1788). Dále pro větší názornost byly všechny ceny v Paříži přepočítány tak, aby v roce 1531 byly rovny 100, stejně jako v řadě kolínské. Ve zmíněné databázi jsou k dispozici i ceny pšenice v jiných zemích (Anglie, Itálie, Švédsko), ale za období, které se s tím zde použitým překrývá jen částečně, např. začíná o 100 nebo více let později a také o tolik let později končí, proto se zde jimi nebudeme zabývat.



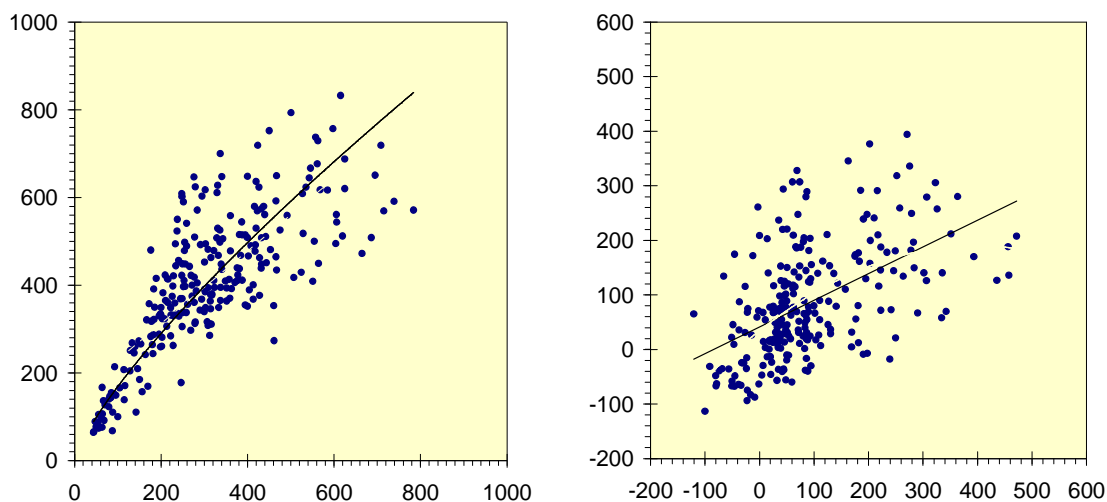
Obr. 1. Vývoj cen pšenice v Paříži (modře) a v Kolíně nad Rýnem (červeně), vztažené k hodnotě v r. 1531 rovné 100. Doplněny regresní polynomy druhého řádu (paraboly).

Vývoj cen pšenice na obou burzách ukazuje obr. 1. Především je nápadný velký růst, což znamená, že inflace existovala už v dobách dávno minulých, není to tedy jev charakteristický pouze pro současnou dobu. Průběh obou řad je podobný, což lze očekávat vzhledem ke geografické blízkosti a tím i podobnému klimatu a také politické situaci v obou zemích. Obě řady rostou a tento růst se postupně zpomaluje. Růst se dá nejlépe vyjádřit regresním polynomem druhého řádu, tj. parabolou. Nejrychleji rostly ceny pšenice v počátečním období před rokem 1600, což bylo období renezanace. Je zajímavé, že právě v dobách ekonomické prosperity, jakou jistě renezanace byla, existuje velká inflace. To platí i dnes – předcházející dvě desetiletí s vyšší inflací lze označit za období prosperity, naopak v současnosti v době krize je inflace téměř nulová. Kdybychom uvažovali data pouze od r. 1600, byl by růst cen lineární. Hodnoty ovšem z roku na rok značně kolísají a v tomto kolísání lze opět najít jisté podobnosti v obou řadách.

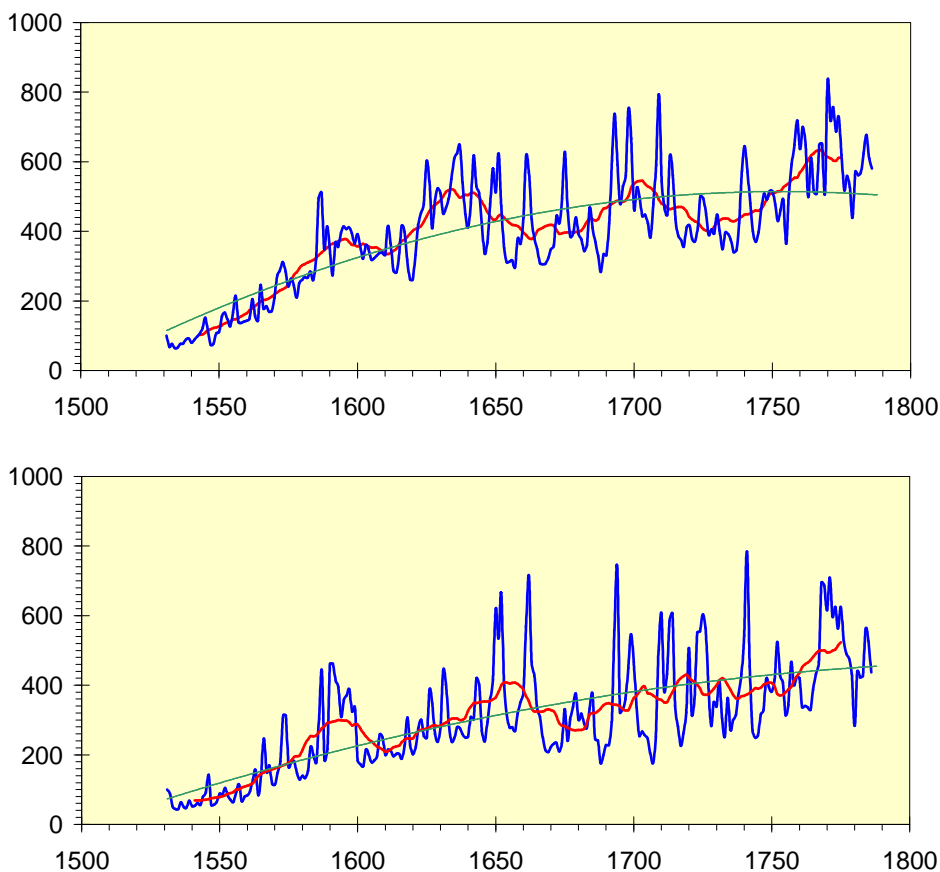
V současné době by byl průběh cen zcela jiný. Dnešní svět ovládá globalizace a proto by rozdíly, především v kolísání, byly mezi jednotlivými zeměmi minimální, nanejvýš by v jedné zemi mohly být ceny trvale o něco vyšší nebo nižší než v jiné. Kromě toho každá země má nyní strategické zásoby, čímž může vyrovnávat někdy i velké výkyvy v úrodě, a v době výjimečně velké úrody se naopak zásoby doplňují. Navíc chybějící zásoby lze v době neúrody nahradit dovozem z jiných kontinentů, kde neúroda ve stejném roce nemusí být, přebytky lze vyvážet, což obojí v minulých staletích nebylo možné. Zásobování obyvatelstva a tím i ceny nejsou dnes tolik závislé na úrodě v posledním roce, takže ceny se z roku na rok nemění tolik, jako v minulosti.

Na obr. 2 je ukázána korelace mezi cenami pšenice v Paříži a v Kolíně nad Rýnem. Použijeme-li původní data bez další úpravy (jako jsou na obr. 1), bude závislost nelineární (obr. 2 vlevo). To proto, že křivky polynomu na obr. 1 nejsou stejné, křivka pro Německo je zakřivena více. Lépe než přímka pak vyhovuje mocninná řada, jejíž průběh je též nakreslen na obr. 2 vlevo. Korelace mezi cenami na obr. 2 vlevo je 0,79, zmíněná mocninná řada je dána vztahem $y = 4,7 x^{0,78}$. Když odečteme od skutečných cen hodnoty aproximačního polynomu, čímž vyrovnáme dlouhodobý růst, bude vztah mezi cenami na obou místech přibližně lineární (obr. 2 vpravo), ale korelace se sníží, bude pouze 0,53. To je důležité při interpretaci hodnoty korelačního koeficientu – ukazuje se, že dlouhodobý trend přispívá značnou měrou k hodnotě korelačního koeficientu, i když tento trend není v obou zemích zcela shodný.

Kolísání cen pšenice je jednak krátkodobé a jednak dlouhodobé. Od sebe je můžeme odlišit tak, že spočítáme klouzavé průměry za vhodně zvolený interval. Zde jsme zvolili jeho délku 21 roků, aby byl vyloučen případný vliv cyklu sluneční aktivity. Průběh takto spočtených klouzavých průměrů je spolu s původními daty a s regresním polynomem uveden na obr. 3 zvlášť pro Kolín nad Rýnem a pro Paříž. Zřetelně je vidět, jak se téměř pravidelně opakují období s vyššími cenami či s vyšším růstem cen, a období s nižšími cenami, případně poklesem cen. I v tomto směru je vidět jistá podobnost mezi změnami ve Francii a v Německu, snad jen v 18. století není ve Francii tolik nápadný vrchol kolem r. 1700 a následující minimum před r. 1750. Korelace mezi vyhlazenými průběhy (červené křivky na obr. 3) je 0,91. Když tyto vyhlazené hodnoty odečteme od původních dat (na obr. 3 modrých), dostaneme pouze krátkodobé kolísání, které je již v obou zemích navzájem méně podobné, s korelačním koeficientem jen 0,55.



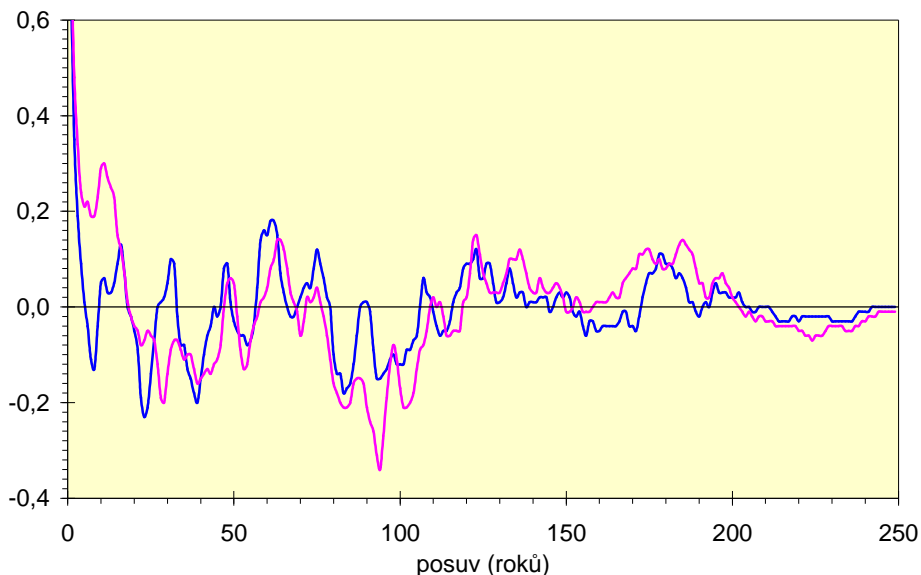
Obr. 2. Korelace mezi cenami pšenice v Paříži a v Kolíně nad Rýnem. Vlevo původní data z obr. 1, vpravo data upravená odečtením regresního polynomu. Na vodorovné ose ceny v Paříži, na svislé ose ceny v Kolíně nad Rýnem. Doplněna aproximace mocninnou řadou pro levý graf, přímkou pro pravý graf.



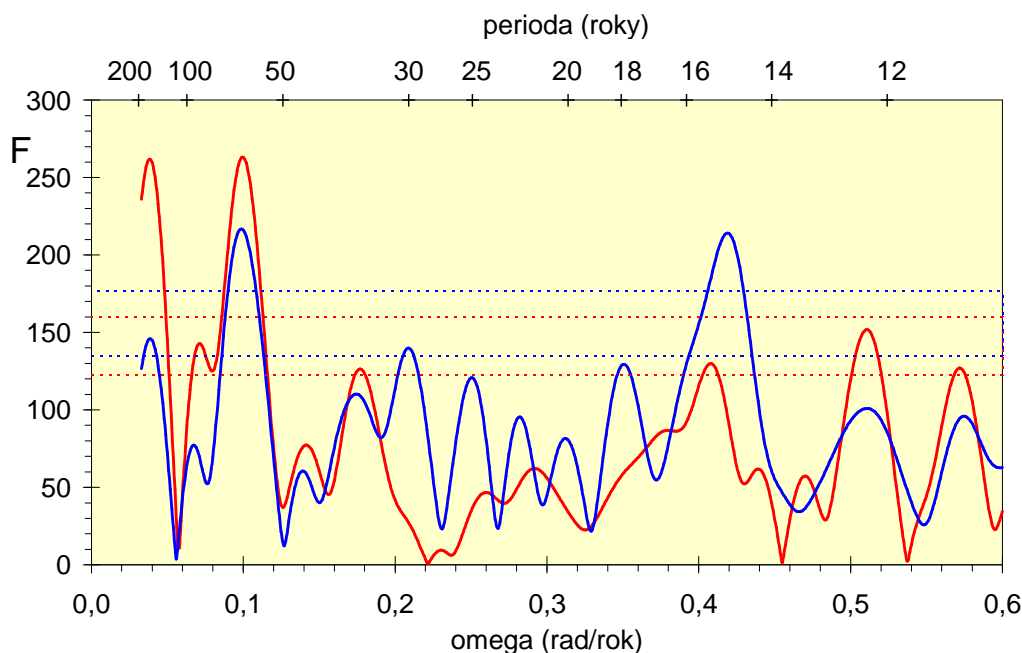
Obr. 3. Vývoj cen pšenice v Kolíně nad Rýnem (nahore) a v Paříži (dole), vztažené k hodnotě v r. 1531 rovné 100. Doplněny regresní polynomy druhého řádu (paraboly, slabě zeleně) a vyhlazený průběh klouzavými průměry za 21 roků (červeně).

Pro hledání možné periodicity nám mnohé napoví autokorelační funkce. Ta je nakreslena na obr. 4 pro obě burzy. Připomeňme, že autokorelační funkce se počítá podle vztahu $a(j) = \frac{\sum x_i x_{i+j}}{\sum x_i^2}$ pro posunutí $j = 1, 2$ atd., pokud ještě mají smysl. Nejvyšší hodnota $a(j)$ je dosažena při nulovém posuvu. Údaje pro graf na obr. 4 byly přepočteny tak, aby tato hodnota byla rovna jedné. Při posuvu $j = 1, 2$ a dále hodnoty rychle klesají. Pokud

je v souboru obsažena nějaká perioda, pak při posuvu rovném této periodě, případně jejím násobkům, dojde opět ke zvýšení. Takto se na obr. 4 projevují dvě periody: jedna kolem 15 roků a druhá kolem 60 roků, a to shodně v obou zemích, snad ve Francii je 15-letá perioda poněkud výraznější. Kromě toho leží pravá polovina grafu o něco málo výše, což naznačuje existenci ještě další periody blízko 150 let. Autokorelační funkce byly počítány z dat po odečtení regresních polynomů, aby se vyloučil jejich rušivý vliv. Pokud bychom počítali autokorelační křivku z vyhlazených dat, zmizí perioda 15-letá a zůstane pouze perioda 60-letá a náznak nějaké periody delší.



Obr. 4. Autokorelační funkce pro řady cen pšenice v Paříži (modře) a v Kolíně nad Rýnem (červeně) po odečtení regresního polynomu.



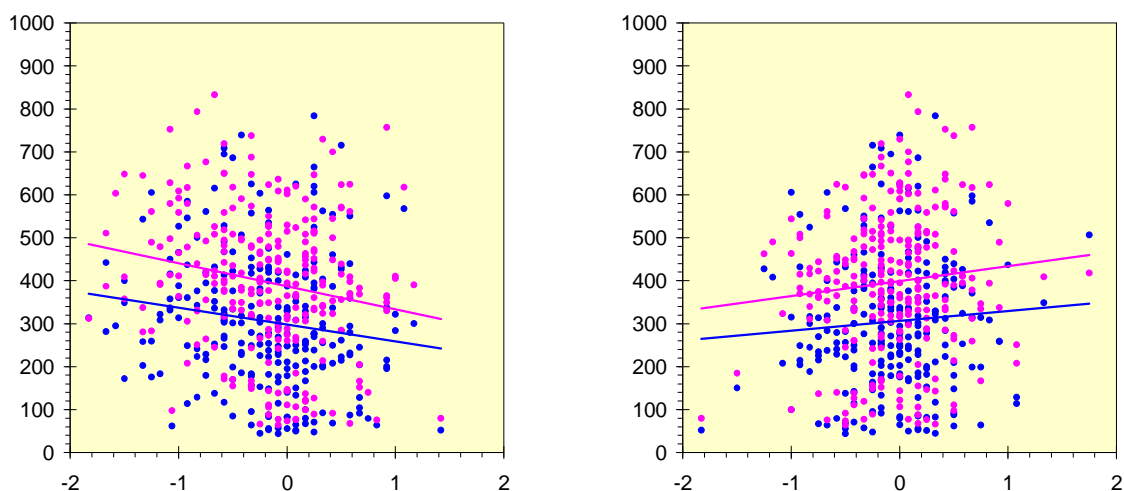
Obr. 5. Spektra řad cen pšenice v Paříži (modře) a v Kolíně nad Rýnem (červeně) po odečtení polynomu, uvedeny jsou meze 95% a 99% významnosti.

Více se projeví periody ve spektru. Na obr. 5 jsou nakreslena spektra řad cen pšenice v obou místech, přičemž i v tomto případě byly nejprve odečteny hodnoty aproximačního polynomu. Jakýkoli dlouhodobý trend obecně vnáší do spektra falešné dlouhodobé periody. Ve francouzské řadě jsou nad 99% hranici významnosti vrcholy v periodách kolem 65 roků a 15 roků, nad 95% hranici v periodách 180 a 30 roků a některé další se této hranici těsně přibližují. V německé řadě jsou nad 99% hranici vrcholy v periodách kolem 63 roků a 165 roků, nad 95% hranici ještě kolem 88, 35,5, 15,5 roků, 12,3 roků a 11 roků. V oboru kratších period, již mimo obrázek, žádné další významné vrcholy nejsou.

Interpretace nalezených period bude ovšem obtížná. Pouze vrcholy v periodách 11 a 88 roků se blíží významným periodám ve sluneční nebo geomagnetické aktivitě, ty jsou však významné jen v kolínské řadě a ani tam nepatří mezi ty hlavní. Mnohé nalezené periody se poměrně dobře shodují s periodami nalezenými u válečných indexů. Tam jsou však vrcholy v ostatních periodách mnohem nižší, daleko nejvyšší vrchol je v periodě kolem 55 roků, což se jen přibližně shoduje s periodou 60-63 roků nalezenou zde. Kratší periody (kolem 12-15 roků) nejsou u válečných indexů pozorovány vůbec. Jistá shoda může být s periodami nalezenými u klimatických indexů, více je popsáno v příspěvku o válkách (Střeštk, Mikulecký, 2010). I zde však platí, že všechny periody byly spočítány z řad různé délky a proto případná shoda nemusí znamenat reálnou souvislost, což platí i pro porovnání period u cen pšenice a u válečných indexů.

Navzdory nízkým vrcholům ve spektru, které by mohly odpovídat periodám ve sluneční aktivitě, je korelace cen pšenice v obou městech s Wolfovým číslem sluneční aktivity nezanedbatelná. Činí -0,14 pro ceny v Paříži a -0,22 pro ceny v Kolíně nad Rýnem, což je oboje významné na 95%. Tato korelace je však způsobena především stejnou dlouhodobou změnou, která má ovšem pro obě veličiny zcela jiný původ a význam. Viděli jsme na obr. 1, jak vývoj cen lze aproximovat polynomem druhého stupně, který má tvar jakéhosi oblouku nahoru vypuklého, ten se v matematice nazývá konkávní. Co se týče sluneční aktivity, tak ve sledovaném období se vyskytlo Maunderovo dlouhodobé minimum a proto podobný polynom na grafu Wolfových čísel ve stejném období by měl také tvar paraboly, ale položené obráceně, tedy oblouk zvaný konvexní. Nejsou sice položeny přesně zrcadlově vůči sobě, ale i tak vzniká nezanedbatelná záporná korelace mezi oběma veličinami. Po odečtení polynomu od cen pšenice i od Wolfových čísel korelace klesne na nulu (myšleno korelace mezi krátkoperiodickými změnami bez uvážení dlouhodobé změny).

Nadějnější je korelace s některými meteorologickými údaji. Tak daleko do minulosti, jako sahají data cen pšenice, jsou však k dispozici jen hrubé odhady teplot a srážek, sestavené na základě nepřímých a kusých informací a jsou to samozřejmě jen hodnoty přibližné. Zde použijeme indexy teplot a srážek ve Švýcarsku sestavené podle záznamů ze starých kronik (Pfister, 1993). Data z oblasti blízké jak Paříži, tak Kolínu nad Rýnem jsou jistě vhodnější než data globální. Tyto indexy jsou k dispozici pro každý měsíc od r. 1525 do r. 1989, přičemž nabývají celočíselných hodnot od -3 do +3 (tedy 0 = průměrný měsíc, +3 = velmi teplý resp. velmi deštivý, -3 = velmi chladný resp. velmi suchý). Z těch pak byly spočteny roční průměry. Korelace cen pšenice s indexy pro teplotu je záporná a činí -0,10 pro ceny v Paříži a -0,15 pro ceny v Kolíně nad Rýnem. Stejný výsledek získali Mikulecký et al. (2010) použitím zcela jiné metody. Korelace cen s indexy pro srážky je kladná, 0,12 pro ceny v Paříži a 0,18 pro ceny v Kolíně nad Rýnem. Všechny hodnoty jsou významné na 95% úrovni. A protože v průběhu teplot ani srážek se nevyskytuje podobná dlouhodobá změna jako u Wolfových čísel, nepůsobí zde podobnost dlouhodobého trendu a tedy spočtená korelace jím není ovlivněna. Souhrnně je uvedena graficky na obr. 6 pro obě města a pro obě meteorologické veličiny. Použity jsou zde původní ceny bez odečtení polynomu. Pro upravená data odečtením polynomu se grafy nezmění, jen se regresní přímky (modrá a červená) k sobě přiblíží, a také korelace zůstane v podstatě stejná. Přímka pro Kolín nad Rýnem má v každém případě větší sklon, což svědčí o vyšší korelaci.



Obr. 6. Závislost cen pšenice v Kolíně nad Rýnem (červeně) a v Paříži (modře) na indexu průměrné roční teploty vzduchu (vlevo) a na indexu průměrných ročních srážkových úhrnů (vpravo).

Meteorologické podmínky samozřejmě mají velký vliv na úrodu a tím i na ceny zemědělských produktů. Ten vliv na ceny byl větší ve vzdálenější minulosti, kdy nebylo technicky možné vytvářet větší rezervy nebo pokrýt chybějící zboží dovozem. Švýcarsko, odkud pocházejí odhady teplot a srážek, leží poměrně blízko oběma městům, z nichž pocházejí údaje o cenách pšenice. Geograficky i klimatologicky blíže je Kolín

nad Rýnem a proto ceny v Kolíně vykazují s meteorologickými veličinami jen o něco vyšší korelaci než ceny v Paříži. Obecně pak platí, že v roce, kdy je průměrná roční teplota nižší, bývají i srážky vyšší, navíc v Evropě bývá maximum srážek v létě, tj. ve vegetačním období. V takovém roce se pak dá očekávat nižší úroda a tím i vyšší ceny. Vyšší ceny přetrvávají i do příštího roku, do příští úrody. Proto také grafy korelací, zpracované pro posuv jednoho roku (tedy ceny pšenice porovnávané s teplotami a srážkami v předcházejícím roce) jsou velmi podobné grafům na obr. 6 a vykazují stejné zákonitosti. Korelační koeficienty pak udávají o něco málo těsnější korelaci, v průměru o 0,02-0,05. Pro posuv o dva a více roků již korelace klesá, protože počasí je značně proměnlivé a velká neúroda obvykle nenásleduje několik let po sobě. Pokud bychom toto vše aplikovali na dnešní dobu, mohli bychom se teoreticky těšit z vyšší úrody, protože v současné době jsou teploty celkově vyšší a srážek je méně. Avšak úroda se dnes dá ovlivňovat řadou dalších zásahů, takže závislost na počasí asi nebude tak velká jako byla dříve. A co se týče cen, tak právě vzhledem ke strategickým rezervám a možnostem dovozu se závislost na úrodě v posledním roce dále snižuje a tím se snižuje i závislost na vnějších přírodních podmínkách.

Literatura

- Goldstein J. S. (1988): Long Cycles: Prosperity and War in the Modern Age. New Haven: Yale University Press.
- Mikulecký M. st., Střešík J., Choluj V. (2010): Ceny pšenice v Anglicku, Francúzsku a Nemecku v 17. až 19. storočí: vzťah ku klimatickým teplotám? Bulletin „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, Úpice 2010.
- Pfister C. (1993): Historical weather indices from Switzerland. IGBP PAGES – World Data Center A for Paleoclimatology Data Contribution Series # 93-027. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder, CO, USA.
- Střešík, J., Mikulecký M. (2010): Možné periodicity ve výskytu válek v Evropě za posledních 500 let. Bulletin „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, Úpice 2010.