

K problematice vlivu obsahu bílkovin v ječmenu na jakost sladu

663.421.549.96
663.439.1

Ing. ZDENĚK VOŇKA, CSc. - Ing. MILOSLAV HLAVÁČ, Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

Celostátní výstavy a soutěže sladovnických ječmenů se u nás datují od r. 1937. Po přerušení v období války byly obnoveny v roce 1947 a od tohoto roku s kratšími přestávkami se konají každoročně. V minulém roce byla soutěž velmi dobře organizována, o čemž svědčí počet zúčastněných zemědělských závodů a množství posuzovaných vzorků (655 vzorků). V průběhu soutěží se měnil soutěžní řád a poslední úprava byla provedena v roce 1972. Soutěž je organizována dvoustupňovým systémem:

první stupeň soutěže (okresní, krajská) — hodnotí se barva, plucha, tvar a vyrovnanost zrna, klíčivost, klíčivá energie, namáčivost a obsah veškerých dusíkatých látek (bílkovin, N. 6,25),

druhý stupeň soutěže (celostátní) hodnotí se množství extraktu v moučce, rozdíl moučka — šrot, Kolbachovo číslo, relativní extrakt při 45 °C, diastatická mohutnost a stupeň prokvašení sladiny. Detailní podmínky soutěže včetně předepsaných analytických metod a bodového vyjádření jednotlivých kritérií jsou uvedeny v „Řádu soutěže“ [1].

Rozsáhlý počet vzorků, reprezentujících naše hlavní produkční oblasti, jsme využili pro širší posouzení současné úrovně jakosti našeho ječmenářství. Ústředním bodem našeho hodnocení je obsah bílkovin v ječmenu, neboť toto kritérium pokládáme stále za jedno z nejdůležitějších. Je totiž známo, že používání vyšších dávek N, eventuálně jednostranné hnojení N bývá u výkonných odrůd obvykle provázáno zvýšením obsahu bílkovin, přesahujícím přípustnou hranici 10,5 %, maximálně 11,0 %. Zrno s vyšším obsahem bílkovin má zpravidla nižší obsah škrobu, který je podstatnou složkou extraktivních látek ve sladu. Podle našich výsledků s pozdním přihnojením N u vybraných odrůd našeho a cizího sortimentu bylo zvýšení obsahu bílkovin o 1 % provázáno snížením obsahu škrobu v průměru o 1,7 %. Podle Reiner [2] progresivně klesá obsah extraktu především při překročení hranice obsahu bílkovin 11,5 %. Obsah bílkovin má rovněž vliv na enzymové pochody v průběhu sladování; zpomaluje se rozluštění, hromady se hřejí a zvyšují se ztráty prodýcháním. Bylo prokázáno, že obsah bílkovin je v negativním vztahu k obsahu tanoidních látek v zrnu ječmene [3, 4]. Obsah tanoidů je důležitý pro snížení intenzity hořkosti, zlepšení chuti a plnosti a dále pro snížení náklonnosti ke vzniku bílkovinných zákalů piva.

Obecně lze tedy říci, že zvyšující se hladina bílkovin v zrnu ječmene nepříznivě ovlivňuje jak sladovací proces, tak jakost vyrobeného sladu i finálního produktu — piva. Tato skutečnost způsobila, že obsah bílkovin je v některých státech zařazen mezi kritéria jakosti nákupní normy pro sladovnický ječmen (např. v NDR) nebo jsou podávány návrhy na jeho zařazení do normy [5, 6]. Problémem však doposud zůstává, že chybí experimentální metoda stanovení obsahu bílkovin, která by umož-

ňovala rychlé a cenově dostupné posouzení rozsáhlého množství vzorků v nákupních organizacích.

Celkový přehled o obsahu bílkovin všech přihlášených soutěžních vzorků je uveden v tab. 1. I když jde v převážné míře o přední zemědělské závody produkující sladovnický ječmen, je z tabulky zřejmý nepříznivě vysoký obsah bílkovin; průměrná hodnota je 10,96 %. Posuzováno z hlediska výroby exportních sladů, pouze 54,9 % soutěžních vzorků odpovídá požadavkům zpracovatelského průmyslu na jakost (do 11,0 %).

Tabulka 1. Přehled o obsahu bílkovin v prvním stupni soutěže

Obsah veškerých dusíkatých látek (bílkovin, N. 6, 25)	Počet vzorků	Počet vzorků v %
— 10,50	264	40,3
10,51 — 11,00	96	14,6
11,01 — 12,00	169	25,8
12,01 — 13,00	81	12,4
13,01	45	6,9

Tabulka 2. Odrůdové zastoupení druhého stupně soutěže (celostátní bonitace)

O d r ů d a	Počet vzorků	O d r ů d a	Počet vzorků
Diamant	129	Dukát	3
Denár	30	Valtický	3
Dvoran	24	H 481 nšl.	3
Ametyst	10	H 220 nšl.	2
Jantar	4	Topas	1

Do druhého stupně soutěže (celostátní bonitace) postoupilo pouze 209 vzorků. Podrobnější hodnocení jakosti tohoto souboru nám umožnilo statisticky zhodnotit a vyjádřit stupeň ovlivnění jednotlivých kvalitativních znaků obsahem bílkovin v ječmenu. Nutno však uvést, že tyto závislosti byly stanoveny pouze do hranice obsahu bílkovin 12,9 %, jak to určují podmínky „Řádu“. Vzhledem k odrůdové skladbě (tab. 2) hodnoceného souboru byly závislosti stanoveny jednak samostatně pro odrůdu Diamant (intravarietální) a jednak pro celý soubor bez zřetele na odrůdu (intervarietální). Tento způsob hodnocení odpovídá poznatkům o odrůdových charakteristikách a vlivu odrůdy na stanovené závislosti [7, 8].

Hodnoty korelačních koeficientů byly zjišťovány podle obecného vzorce:

$$r_{xy} = \frac{Cov\ xy}{s_x \cdot s_y}$$

kde

r_{xy} — je korelační koeficient,

$Cov\ xy$ — kovariance znaků X a Y ,

s_x — výběrová směrodatná odchylka pro znak X ,

s_y — výběrová směrodatná odchylka pro znak Y .

Tabulka 3. Přehledná tabulka korelačních a regresních koeficientů (regr. rovnice)

Sledovaná závislost	N	Hodnoty korelačních poměrů Y na X X na Y		Korelační koeficient (r)	Regresní rovnice
a) odrůda Diamant					
Bílkoviny (X) x extrakt (Y)	129	0,553	0,593	-0,580**	Y = 92,24 - 1,029 X
Bílkoviny (X) x poměrný extrakt při 45°C (Y)	126	0,458	0,363	-0,113**	Y = 59,90 - 1,685 X
Bílkoviny (X) x Kolbachovo číslo (Y)	129	0,476	0,434	-0,355**	Y = 65,43 - 1,957 X
Bílkoviny (X) x rozdíl moučka-šrot (MIAG) (Y)	129	0,327	0,383	0,263**	Y = 0,682 + 0,282 X
Bílkoviny (X) x diastatická mohutnost (Y)	129	0,566	0,461	0,422**	Y = 0,025 + 27,635 X
Bílkoviny (X) x stupeň prokvašení (Y)	129	0,385	0,375	0,079	Y = 77,99 + 0,276 X
Bílkoviny (X) x namáčitost (Y)	129	0,424	0,401	-0,004	Y = 44,11 - 0,006 X
Bílkoviny (X) x jemnost pluchy	129	0,288	0,226	-0,019	Y = 3,50 - 0,015 X
b) soubor všech vzorků					
Bílkoviny (X) x extrakt (Y)	209	0,558	0,615	-0,602**	Y = 91,09 - 0,923 X
Bílkoviny (X) x poměrný extrakt při 45°C (Y)	206	0,358	0,395	-0,250**	Y = 54,98 - 1,193 X
Bílkoviny (X) x Kolbachovo číslo (Y)	209	0,358	0,290	-0,252**	Y = 56,79 - 1,127 X
Bílkoviny (X) x rozdíl moučka-šrot (MIAG) (Y)	209	0,317	0,239	0,198**	Y = 0,197 + 0,196 X
Bílkoviny (X) x diastatická mohutnost (Y)	209	0,483	0,544	0,453**	Y = 11,80 + 25,921 X
Bílkoviny (X) x stupeň prokvašení (Y)	209	0,167	0,210	0,035	Y = 79,26 + 0,142 X
Bílkoviny (X) x namáčitost (Y)	209	0,329	0,264	-0,008	Y = 44,04 - 0,012 X
Bílkoviny (X) x jemnost pluchy (Y)	209	0,276	0,199	-0,025	Y = 3,50 - 0,014 X

* významný pro $\alpha = 0,05$ ** významný pro $\alpha = 0,01$

Tabulka 4. Korelační a regresní vztahy mezi obsahem bílkovin v % a výnosem zrna v q/ha

Sledovaná závislost	Odrůda	N	Y na X	X na Y	Korelační koeficient (r)	Regresní rovnice
Bílkoviny (X) x výnos (Y)	Diamant	338	0,239	0,210	-0,148**	Y = 54,20 - 0,927 X
Bílkoviny (X) x výnos (Y)	Dvoran	118	0,332	0,359	0,154	Y = 33,59 - 0,624 X
Bílkoviny (X) x výnos (Y)	Denár	89	0,296	0,467	0,181	Y = 30,36 + 0,929 X

* významný pro $\alpha = 0,05$ ** významný pro $\alpha = 0,01$

Protože se jednalo o soubory poměrně rozsáhlé, byly zjišťovány i hodnoty korelačních poměrů. Cílem těchto výpočtů bylo posoudit linearitu zkoumaných vztahů, která byla ve většině případů potvrzena, nebo se jednalo o lineární aproximaci, která výsledný efekt průkazně neovlivnila.

Korelační poměry byly počítány podle rovnice:

$$\eta_{yx} = \sqrt{1 - \frac{\text{var } y}{\text{var } x}}, \quad \text{resp. } \eta_{xy} = \sqrt{1 - \frac{\text{var } x}{\text{var } y}}$$

kde

 η_{yx} je korelační poměr (pro závislost Y na X), η_{xy} — korelační poměr (pro závislost X na Y),var y — variance podmíněných průměrů \bar{Y}_i ,

var y — variance původních hodnot znaku Y,

var x — variance podmíněných průměrů znaku \bar{X}_i ,

var x — variance původních hodnot znaku X.

Rovnice pro lineární závislost jsou uvedeny v obecném tvaru:

$$Y = a + bX$$

kde

Y je odhad hodnot závisle proměnné Y,

X — hodnota nezávisle proměnné,

a, b — parametry rovnice.

Pro posouzení přesnosti regresního odhadu byla pro předem stanovené variační rozpětí znaku X počítána i šíře pásu spolehlivosti (který je v grafech ohraničen větve hyperbol) pro 95 % hladinu významnosti podle těchto vzorců:

$$Y_K^D = Y_k - t_\alpha (n-1) s_{yk}$$

$$Y_K^H = Y_k + t_\alpha (n-1) s_{yk}$$

kde

Y_K^H je hodnota závisle proměnné pro horní hranici intervalu pro 95 % hladinu významnosti pro k-tou hodnotu znaku X,

Y_K^D — hodnota závisle proměnné pro dolní hranici intervalu pro 95 % hladinu významnosti pro k-tou hodnotu znaku X,

Y_k — vyrovnaná hodnota znaku Y příslušející k-té hodnotě znaku X,

t_α — hodnota t — kritéria pro riziko = 0,05,

s_{yk} — střední chyba aritm. průměru vyrovnaných hodnot Y, příslušející k-té hodnotě znaku X.

Veškeré výpočty byly provedeny na samočinném počítači CELLATRON 2d.

Z tabulky 3 vyplývá stupeň závislosti (intravarietální i intervariетální) mezi obsahem bílkovin v ječmenu a jakostí sladu. Z regresních rovnic lze pro jednotlivá kvalitativní kritéria odvodit jejich pokles nebo zvýšení. Spolehlivost regresního odhadu vyplývá z výše korelačního koeficientu a intervalu spolehlivosti. Interval spolehlivosti je u vybraných ukazatelů jakosti (graf 1-8) znázorněn pásem, vymezeným dvěma větvemi hyperbol. Šíře pásu ukazuje různé stupně přesnosti stanovení regresních hodnot v daném variačním rozpětí.

Vysoce průkazná negativní korelace u obsahu extraktivních látek potvrzuje obecně uváděný poznatek, že z ječmenů s vyšším obsahem bílkovin nelze vyrobit vysoce extraktivní slady. Z regresních rovnic vyplývá, že při zvýšení obsahu bílkovin o 1 % klesá extrakt v průměru o 0,92–1,03 %. Rovněž ukazatele charakterizující stupeň rozluštění, a to jak chemické, tak mechanické (rel. extrakt při 45 °C, Kolbachovo číslo, rozdíl moučka — šrot) jsou ve vysoce průkazném vztahu k obsahu bílkovin. Ječmeny s vyšším podílem bílkovin skýtají tedy špatně rozluštěné slady, což může negativně ovlivnit varní výtěžky a být příčinou různých potíží při pivovarském zpracování. Statisticky vysoce průkazné zhoršení všech těchto kritérií bylo prokázáno jak u odrůdy Diamant, tak u celého souboru vzorků.

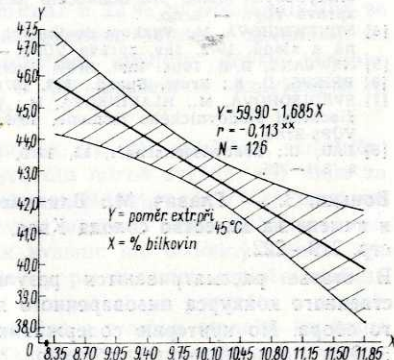
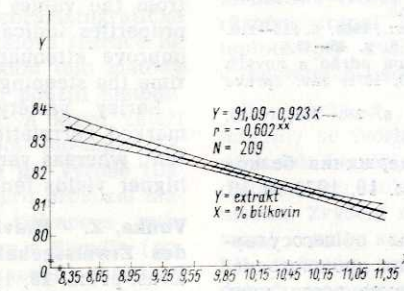
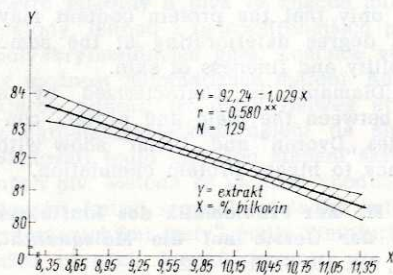
Jediným kvalitativním znakem, který byl statisticky průkazně příznivě ovlivněn zvýšeným obsahem bílkovin,

je diastatická mohutnost (vysoce průkazná korelace). Potvrzuje to předpoklad, že diastatická mohutnost, která má svůj základ v bílkovině, bude narůstat se zvyšujícím se obsahem bílkovin. Toto je platné jak u jednoho genotypu, tak u souboru vzorků různých genotypů. Vypočítané regresní rovnice stanovují, že při zvýšení obsahu bílkovin o 1 % zvyšuje se u odrůdy Diamant diastatická mohutnost v průměru o 27,64 j. W. K. a u souboru všech vzorků zvýšení představuje v průměru 25,92 j. W. K. Lze tedy říci, že na rozdíl od ostatních kritérií obsah bílkovin příznivě ovlivnil jakost sladu. Této skutečnosti lze však využít pouze v omezené míře při výrobě speciálních diastatických sladů.

dy Diamant příznivá, vysoce průkazná negativní korelace mezi obsahem bílkovin a výnosem nebo řečeno jinými slovy vysoké výnosy zajišťují u této odrůdy příznivý obsah bílkovin. U dalších dvou odrůd (Dvoran, Denár) však tato závislost nebyla potvrzena. I když v obou případech závislost není průkazná, lze z ní však vyvodit, že obě odrůdy mají tendenci k vyšší kumulaci bílkovin při vyšších výnosech.

Voňka, Z. - Hlaváč, M.: K problematice vlivu obsahu bílkovin v ječmenu na jakost sladu. Kvas. prům. 19, 1973, č. 10, s. 219—222.

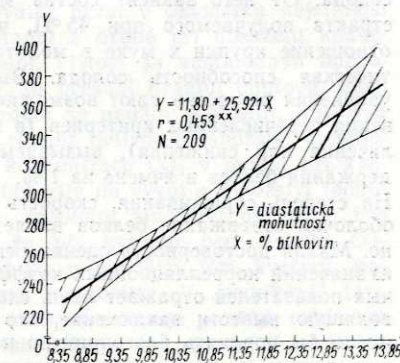
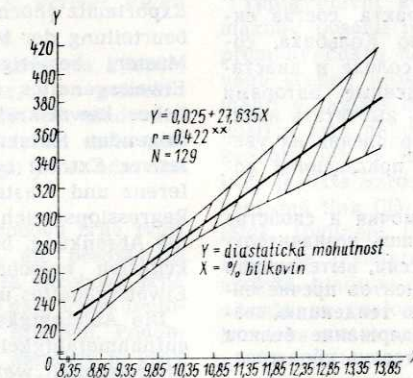
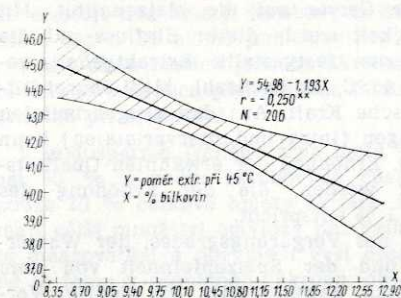
Byly zhodnoceny výsledky celostátní soutěže sladov-



Obr. 1. Závislost extraktu na množství bílkovin — odrůda Diamant

Obr. 2. Závislost extraktu na množství bílkovin — soubor všech odrůd

Obr. 3. Závislost poměr. extraktu při 45 °C na množství bílkovin — odrůda Diamant



Obr. 4. Závislost poměr. extraktu při 45 °C na množství bílkovin — soubor všech odrůd

Obr. 5. Závislost diastatické mohutnosti na množství bílkovin — odrůda Diamant

Obr. 6. Závislost diastatické mohutnosti na množství bílkovin — soubor všech odrůd

U ostatních sledovaných ukazatelů jakosti ječmene a sladu nebyly zjištěny statisticky průkazné závislosti ve vztazích k obsahu bílkovin. Nízká spolehlivost regresních odhadů vyplývajících z hodnot korelačních koeficientů opravňuje vyslovit pouze názor, že existují jisté tendence. Například vyšší obsah bílkovin by mohl příznivě ovlivnit hodnotu stupně prokvašení, ale zhoršit hodnotu namáčivosti a jemnosti pluchy.

Mimořádná rozsáhlost posuzovaného souboru vzorků v prvním stupni soutěže nám byla podnětem k šetření otázky, zda jsou oprávněné časté názory, které stavějí do rozporu cíle producenta (vysoký výnos) s cíli zpracovatelského průmyslu (vysoká jakost). Poněvadž z uvedeného hodnocení vyplynulo, že rozhodující pro jakost sladu je obsah bílkovin v ječmenu, stanovili jsme závislost mezi výnosem a obsahem bílkovin. Šetření bylo provedeno u tří nejpočetněji zastoupených odrůd (Diamant, Dvoran, Denár), které jsou zároveň odlišné charakterem kumulace bílkovin. Výsledky statistického zpracování jsou uvedeny v tab. 4. Z ní vyplývá u odrů-

nických ječmenů ze sklizně 1972. Z hlediska obsahu bílkovin odpovídalo pouze 54,9 % soutěžních vzorků požadkům zpracovatelského průmyslu pro výrobu exportních sladů (do 11,0 % bílkovin).

Z detailního hodnocení vzorků druhého stupně soutěže (209 vzorků) vyplynulo, že obsah bílkovin v ječmenu má rozhodující vliv na jakost sladu. Vysoce průkazně byl ovlivněn obsah extraktu, relativní extrakt při 45 °C, Kolbachovo číslo, rozdíl moučka—šrot a diastatická mohutnost. Ze stanovených regresních rovnic (intravarietálních i intervariálních) lze odvodit pokles nebo zvýšení uvedených kritérií jakosti, příslušející zvýšení obsahu bílkovin o 1 %.

Závislost stupně prokvašení, namáčivosti a jemnosti pluchy na obsah bílkovin nebyla průkazná. Nízká spolehlivost regresního odhadu vyplývajících z hodnot korelačních koeficientů u těchto znaků pouze naznačuje určité tendence, že obsah bílkovin by mohl příznivě ovlivnit stupeň prokvašení a zhoršovat jemnost pluchy a namáčivost.

U odrůdy Diamant byla stanovena příznivá, vysoce průkazná negativní korelace mezi obsahem bílkovin a výnosem. Odrůdy Dvoran a Denár naopak vykazovaly tendenci k vyšší kumulaci bílkovin při vyšších výnosech.

Poděkování: Autoři děkují pracovníkům Obchodních sladoven, n. p. Prostějov, především ing. Fr. Dūdovi a B. Šulovi za laskavé poskytnutí základních údajů o soutěžních vzorcích.

Literatura

- [1] Řád pro hodnocení sladovnických ječmenů v okresní, krajské a celostátní soutěži a metodiky rozborů vzorků. 1972, Obchodní sladovny, n. p., Prostějov.
- [2] REINER, L.: Brauwissenschaft, **25**, 1972, č. 1, s. 1—7.
- [3] DOLEŽALOVÁ, A., VRTELOVÁ, H.: Výběr a aplikace speciálních analytických metod pro hodnocení ječmene a sladu. 1971, záv. zpráva VÚPS — Brno.
- [4] NENTWICHOVÁ, M.: Výzkum dusíkatých látek vybraných ječmenů a sladů, 1972, záv. zpráva VÚPS — Brno.
- [5] NEWLAND, B. C.: Proc. Inst. Brew. Austr. Sect., 1968, s. 112—116.
- [6] BRIGGS, D. E.: Brew. Guard., **100**, 1971, č. 8, s. 45—48.
- [7] SVĚDÍROHOVÁ, M., HLAVINKOVÁ, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene, 1969, 1970, 1971, záv. zpráva VÚPS-Brno.
- [8] LAU, D.: Brauwissenschaft, **13**, 1960, č. 9, s. 283—288; č. 10, s. 321—325.

Вонька, З. — Главач, М.: Влияние содержания белков в ячмене на качество солода Квас. прум. 19, 1973 № 10, стр. 219—222.

В статье рассматриваются результаты общегосударственного конкурса пивоваренного ячменя прошлого года сбора. По критерию содержания белков всего лишь 54,9 % представленных образцов отвечали стандартам солодильной промышленности, требующей для экспортного солода содержания белков в ячмене ниже 11 %. Подробный анализ 209 образцов доказал, что содержание белков в ячмене имеет решающее влияние на качество солода. От него зависит состав экстракта, состав экстракта получаемого при 45 °C, число Кольбаха, соотношение крупки к муке в молотом солоде и диастатическая способность солода. Выведенные авторами уравнения регрессии дают возможность высчитать изменения перечисленных критериев (в направлении их увеличения или снижения), вызываемые повышением содержания белков в ячмене на 1 %.

На степень сбраживания, скорость замочки и свойства оболочки содержание белков влияет лишь незначительно. Малая достоверность оценки регрессии, вытекающая из значений корреляционных коэффициентов перечисленных показателей отражает лишь слабую тенденцию, позволяющую вывести заключение, что содержание белков могло бы повлиять благоприятно на степень сбраживания, однако, за счет ухудшения поведения при замочке, а также ухудшения свойств оболочки.

Сорт ячменя Диамант отличается отрицательным соотношением между сбором и содержанием белков, в то время как сорта Дворан и Денар обнаруживают с повышающимся сбором тенденцию к повышению содержания белков.

Voňka, Z. - Hlaváč, M.: Effects of Protein Content in Barley on the Quality of Malt. Kvas. prum. 19, 1973, No. 10, pp. 219—222.

The article deals with the results of a national com-

petition of malting barley of the 1972 harvest. As far as the protein content is concerned, only 54,9 % of competing samples met the standards of malting industry requiring for export malt the protein percentage in barley below 11 %. Detailed analyses of 209 samples confirm that the quality of malt depends on the protein content in barley. It bears upon the composition of extract, of relative extract at 45 °C, the Kolbach number, meal to grist ratio and diastatic power. Regression equations derived by authors permit to calculate the changes of the mentioned criteria (up and down) related to 1 % increase of the protein content.

No significant relation could be established between the attenuation degree, steeping ability and properties of skin. Low reliability of regression estimate resulting from the values of correlation coefficients of the said properties indicates only that the protein content may improve attenuation degree deteriorating at the same time the steeping ability and fineness of skin.

Barley variety „Diamant“ is characterized by a marked correlation between the yield and protein content, whereas varieties „Dvoran“ and „Denár“ show with higher yields tendency to higher protein cumulation.

Voňka, Z. - Hlaváč, M.: Zur Problematik des Einflusses des Eiweißgehaltes der Gerste auf die Malzqualität. Kvas. prum. 19, 1973, No. 10, S. 219—222.

Es wurden die Ergebnisse des gesamtstaatlichen Konkurses der Braugersten aus der Ernte 1972 ausgewertet. Vom Standpunkt des Eiweißgehaltes entsprachen nur 54,9 % der Konkursmuster den Anforderungen der verarbeitenden Industriebranche für die Erzeugung von Exportmalz (höchstens 11,0 % Eiweißstoffe). Die Detailbeurteilung der Muster der zweiten Konkurstappe (209 Muster) bestätigte den entscheidenden Einfluss des Eiweißgehaltes der Gerste auf die Malzqualität. Mit hoher Beweiskraftigkeit wurde dieser Einfluss auf die folgenden Malzkriterien festgestellt: Extraktgehalt, relativer Extrakt bei 45 °C, Kolbachzahl, Mehl-Schrot-Differenz und diastatische Kraft. Aus den ausgearbeiteten Regressionsgleichungen (intra- und intervariablen) kann die Absenkung, bzw. Erhöhung der erwähnten Qualitätskriterien errechnet werden, die der Erhöhung des Eiweißgehaltes um 1 % entspricht.

Die Abhängigkeit des Vergärungsgrades, der Wasseraufnahmefähigkeit und der Spelzenfeinheit von dem Eiweißgehalt war nicht beweiskräftig. Die niedrige Verlässlichkeit der aus den Werten der Korrelationskoeffizienten deduzierten Regressionsabschätzung deutet nur bestimmte Tendenzen an, nach denen der Eiweißgehalt den Vergärungsgrad günstig, die Spelzenfeinheit und Wasseraufnahmefähigkeit jedoch ungünstig beeinflussen könnte.

Bei der Braugerstensorte Diamant wurde eine günstige, beweiskräftige negative Korrelation zwischen dem Eiweißgehalt und dem Ertrag festgestellt. Die Sorten Dvoran und Denár weisen dagegen die Tendenz zu einer höheren Eiweißkumulation bei höheren Erträgen auf.