

Máčení ječmene a střelčení zrn

Ing. JAN VOBORSKÝ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

663.432.033 : 663.433

Významným, avšak negativním kritériem při klíčení ječmene je tzv. střelčení zrn. Snahou každého sladaře je omezit vývin střelky tak, aby vegetační vrchol nepronikl obalem zrna, spíše aby dosahoval $\frac{1}{2}$ až $\frac{3}{4}$ délky zrna. Prerůstání střelky svědčí o přelůštění zrna a je obvykle spojeno s vyšší sladovací ztrátou. Rezervní látky rozštěpené enzymovými pochody jsou opět syntézovány a tím prakticky ztraceny pro další hydrolytické procesy.

Při klasickém máčení ječmene v náduvnících nevyvolává střelčení zrn obvykle vlastní postup máčení, nýbrž zpravidla závada při klíčení, např. vysoká teplota nebo přemočení ječmene v klíčidle. Pokusy se sprchovým máčením upozornily na určitou citlivost ječmene vůči střelčení zrn vlivem tohoto způsobu máčení. Z výsledků pokusů, které byly však omezeny tím, že se ječmen blíže neidentifikovaný máčel při teplotě 12 °C, byla patrna přímá závislost mezi stupněm domočení a střelčením zrn při klíčení.

*(Předneseno na Pivovarsko-sladařských dnech s názvem
Nové poznatky z technologie máčení ječmene)*

Tento vztah byl dále podrobněji zkoumán s přihlédnutím k těmto činitelům:

1. odrůdovým vlastnostem ječmene,
2. ročníkovým vlastnostem ječmene,
3. způsobu máčení,
4. teplotě vody.

Experimentální část

K pokusům se použily čisté odrůdy ječmenů, a to:

- a) odrůdově podobné — Valtický, Diamant, Branšovický ročníku 1967 a 1968,
- b) odrůdově odlišné — Valtický, Jantar, Merkur ročníku 1969.

Ječmen se máčel buď sprchovým způsobem, nebo jinak uvedeno, nebo modifikovaným tradičním způsobem v 1 000 ml polystyrénových lahvích s perforovaným dnem.

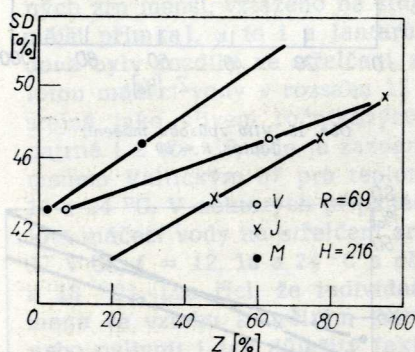
Sprchový způsob máčení spočíval v aplikaci 4 až 6 dvacetiminutových sprch podle požadovaného

stupně domočení. Intervaly mezi jednotlivými sprchami závisely jednak na teplotě máčecí vody, jednak, zvláště v posledním úseku máčení, na vlastnostech vzorku ječmene.

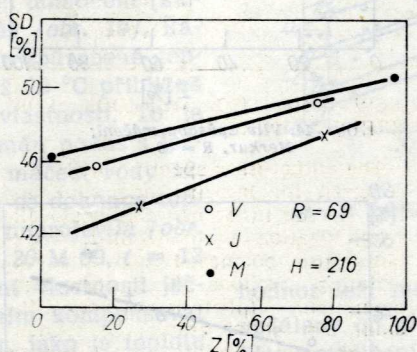
Modifikovaným tradičním způsobem se rozumí máčení ječmene pod vodou při teplotě 12 °C se

vzdušnými přestávkami v pravidelných intervalech po 6 hodinách až do 48 hodin. V posledním úseku máčení se intervaly upravily podle požadovaného stupně domočení.

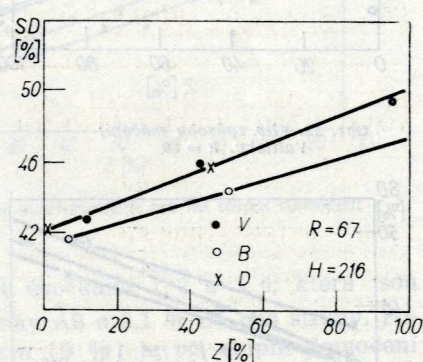
Klíčení probíhalo v modelovém temperovaném sladovacím zařízení nahrazujícím humnové vedení.



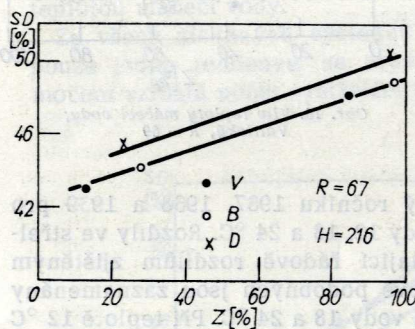
Obr. 1. Vliv odrůdy — odrůdově rozdílné ječmeny; $t = 12\text{ °C}$



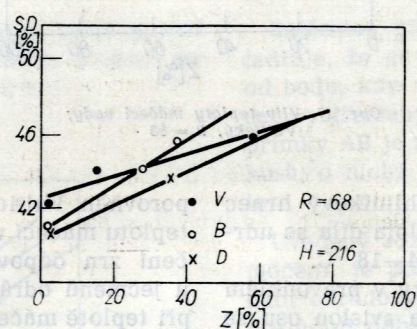
Obr. 2. Vliv odrůdy — odrůdově rozdílné ječmeny; $t = 18\text{ °C}$



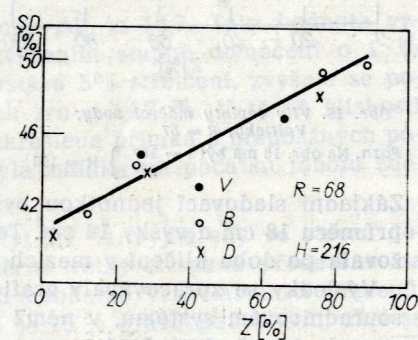
Obr. 3. Vliv odrůdy — odrůdově podobné ječmeny; $t = 12\text{ °C}$, $R = 67$



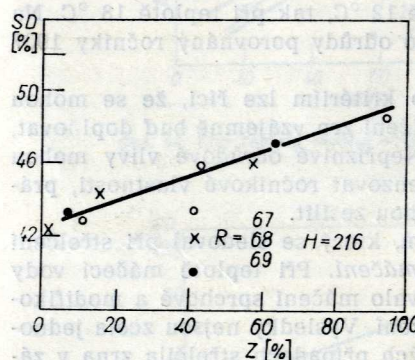
Obr. 4. Vliv odrůdy — odrůdově podobné ječmeny; $t = 18\text{ °C}$, $R = 67$



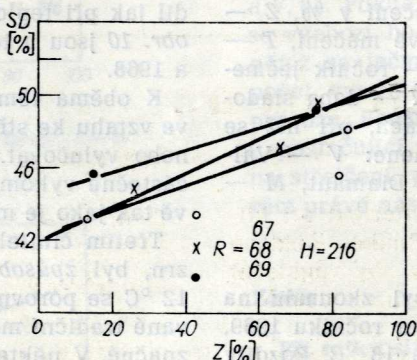
Obr. 5. Vliv odrůdy — odrůdově podobné ječmeny; $t = 12\text{ °C}$, $R = 68$



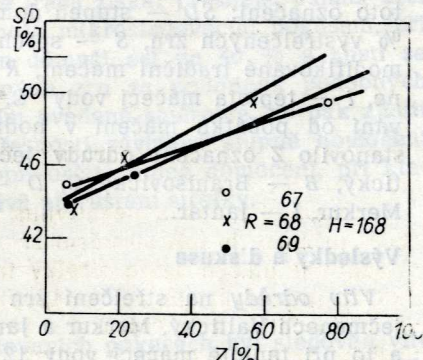
Obr. 6. Vliv odrůdy — odrůdově podobné ječmeny; $t = 18\text{ °C}$, $R = 68$



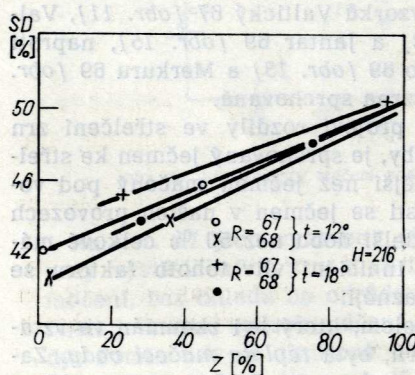
Obr. 7. Vliv ročníku; Valtický, $t = 12\text{ °C}$



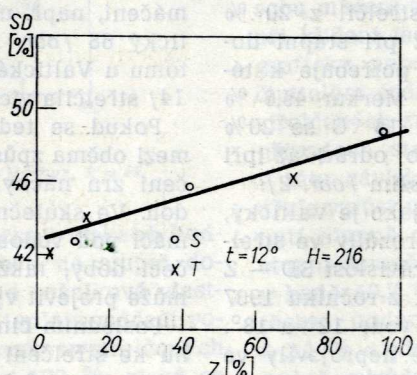
Obr. 8. Vliv ročníku; Valtický, $t = 18\text{ °C}$



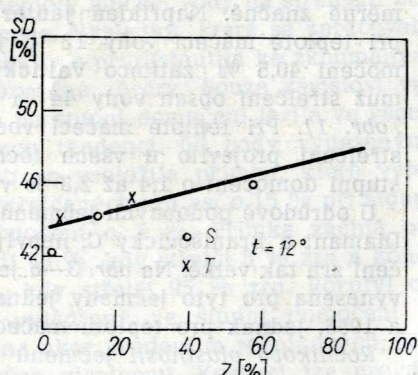
Obr. 9. Vliv ročníku; Valtický, $t = 24\text{ °C}$



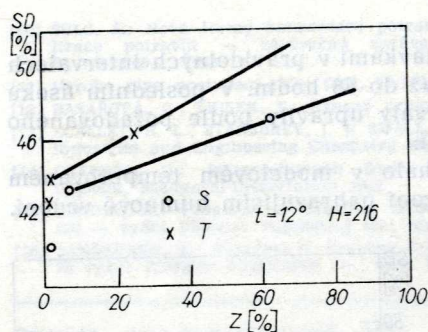
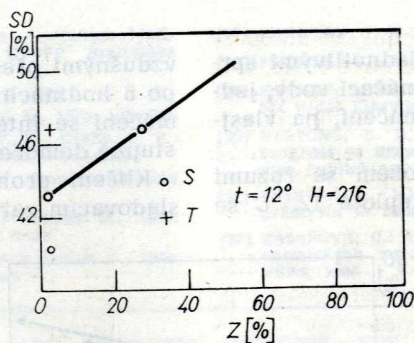
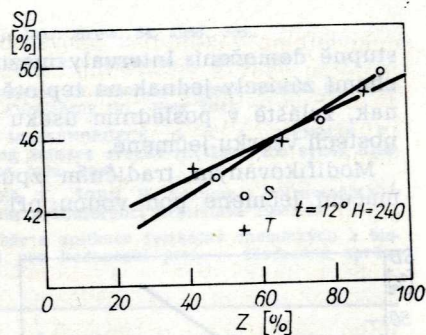
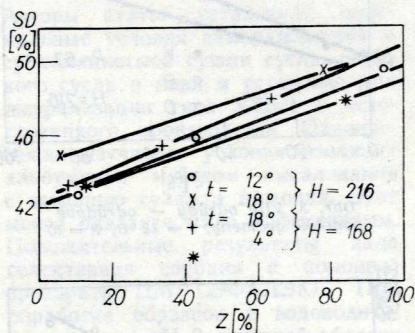
Obr. 10. Vliv ročníku; Diamant



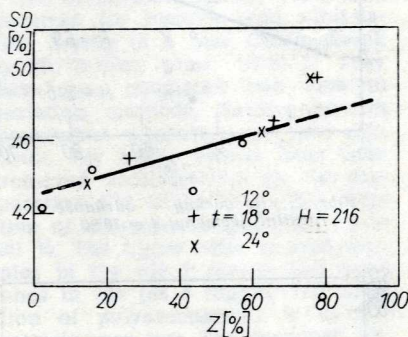
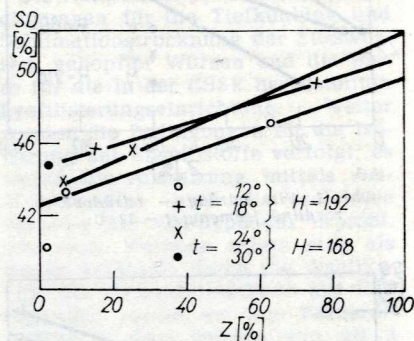
Obr. 11. Vliv způsobu máčení; Valtický, $R = 67$



Obr. 12. Vliv způsobu máčení; Valtický, $R = 68$

Obr. 13. Vliv způsobu máčení;
Valtický, R = 69Obr. 14. Vliv způsobu máčení;
Merkur, R = 69Obr. 15. Vliv způsobu máčení;
Jantar, R = 69Obr. 16. Vliv teploty máčecí vody;
Valtický, R = 67

Pozn. Na obr. 16 má být $t = 18^\circ$ } $H = 168$
 24°

Obr. 17. Vliv teploty máčecí vody;
Valtický, R = 68Obr. 18. Vliv teploty máčecí vody;
Valtický, R = 69

Základní sladovací jednotkou byl hliníkový hrnec průměru 18 cm a výšky 14 cm. Teplota díla se udržovala po dobu klíčení v mezích 14–18 °C.

Výsledky se zpracovávaly graficky v pravoúhlém souřadnicovém systému, v němž na svislou osu se vynesl stupeň domočení a na osu souřadnic procento vystřelčených zrn. Na obrázcích je použito toto označení: SD — stupeň domočení v %, Z — % vystřelčených zrn, S — sprchové máčení, T — modifikované tradiční máčení, R — ročník ječmene, t — teplota máčecí vody °C, H — doba sladování od počátku máčení v hodinách, při níž se stanovilo Z označení odrůdy ječmene: V — Valtický, B — Branišovický C, D — Diamant, M — Merkur, J — Jantar.

Výsledky a diskuse

Vliv odrůdy na střelčení zrn byl zkoumán na ječmenech Valtický, Merkur a Jantar ročníku 1969, a to při teplotě máčecí vody 12 a 18 °C. Rozdíly mezi těmito odrůdově vzdálenými ječmeny jsou poměrně značné. Například Jantar střelčil z 20 % při teplotě máčecí vody 12 °C již při stupni domočení 40,5 %, zatímco Valtický potřebuje k témuž střelčení obsah vody 44 % a Merkur 45,6 % (obr. 1). Při teplotě máčecí vody 18 °C se 20 % střelčení projevilo u všech těchto odrůd až při stupni domočení o 1,4 až 2,3 % vyšším (obr. 2).

U odrůdově podobných ječmenů, jako je Valtický, Diamant a Branišovický C, nebyly rozdíly ve střelčení zrn tak velké. Na obr. 3–6 je závislost SD — Z vynesena pro tyto ječmeny jednak z ročníku 1967 a 1968, jednak pro teplotu máčecí vody 12° a 18°.

Ročníkové vlastnosti ječmenů se neprojevily ve vztahu ke střelčení zrn tak výrazně, jako tomu bylo u ječmenů odrůdově odlišných. Na obr. 7, 8 a 9 je

porovnán Valtický ročníku 1967, 1968 a 1969 pro teplotu máčecí vody 12, 18 a 24 °C. Rozdíly ve střelčení zrn odpovídající řádově rozdílu zjištěným u ječmenů odrůdově podobných jsou zaznamenány při teplotě máčecí vody 18 a 24 °C. Při teplotě 12 °C leží body prakticky v jedné přímce pro všechny 3 ročníky. U odrůdy Diamant byl zjištěn určitý rozdíl jak při teplotě 12 °C, tak při teplotě 18 °C. Na obr. 10 jsou u této odrůdy porovnány ročníky 1937 a 1968.

K oběma těmito kritériím lze říci, že se mohou ve vztahu ke střelčení zrn vzájemně buď doplňovat, nebo vylučovat. Nepříznivé odrůdové vlivy mohou částečně vykompenzovat ročníkové vlastnosti, právě tak jako je mohou zesílit.

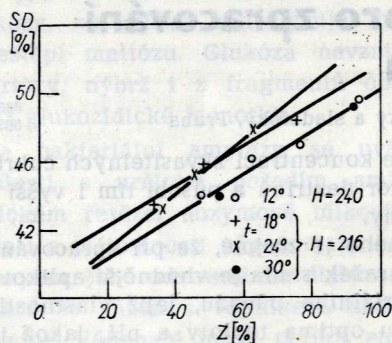
Třetím činitelem, který se sledoval při střelčení zrn, byl způsob máčení. Při teplotě máčecí vody 12 °C se porovnávalo máčení sprchové a modifikované tradiční máčení. Výsledky nejsou zcela jednoznačné. V některých případech střelčila zrna v závislosti na stupni domočení stejně pro oba způsoby máčení, např. u vzorků Valtický 67 (obr. 11), Valtický 68 (obr. 12) a Jantar 69 (obr. 15), naproti tomu u Valtického 69 (obr. 13) a Merkur 69 (obr. 14) střelčila více zrna sprchovaná.

Pokud se tedy projeví rozdíly ve střelčení zrn mezi oběma způsoby, je sprchovaný ječmen ke střelčení zrn náchylnější než ječmen máčený pod vodou. Ve skutečnosti se ječmen v našich provozech máčí pod vodou delší dobu než 50 % celkové máčecí doby, takže inhibiční vliv tohoto faktoru se může projevit výrazněji.

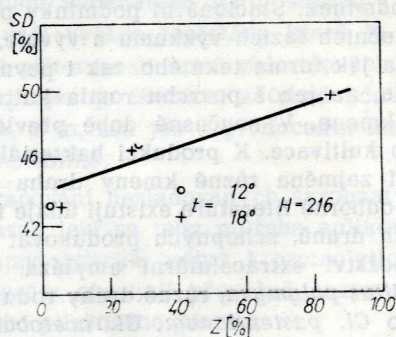
Posledním činitelem, který byl zkoumán ve vztahu ke střelčení zrn, byla teplota máčecí vody. Zatímco tento faktor výrazně ovlivňuje dobu máčení tak, že mezi těmito veličinami se objevuje repro-

dukovatelná zákonitost, nebyl obdobný vztah mezi teplotou vody a střelčením zrn pozorován. Na obr. 18 a 19 je porovnán ječmen Valtický 69 a Jantar 69 pro teploty máčecí vody 12, 18, 24 a 30 °C. U ječmene V 69 střelčila zrna nejvíce při teplotě vody 12 °C, teplota 18 a 30 °C se projevila přibližně stejně. Při teplotě 24 °C byly přírůstky vystřelčených zrn menší, vztaženo na stupeň domočení (strmější přímka), a to i u Jantaru 69 (obr. 19). Řádově byly rozdíly ve střelčení zrn způsobené teplotou máčecí vody v rozsahu 12 až 30 °C přibližně stejné jako vlivem ročníkových vlastností. To je patrné i z obr. 16, kde je zaznamenán pokus s ječmenem Valtickým 67 pro teplotu máčecí vody 12, 18 a 24 °C. V některých případech se dokonce teplota máčecí vody na střelčení zrn neprojevila (obr. 17 V 68, $t = 12, 18$ a 24 °C a obr. 20 M 69, $t = 12$ a 18 °C). Lze říci, že individuální vlastnosti ječmene ve vztahu k určitým kritériím kompenzovat nebo ovlivnit i tak důležitý faktor, jako je teplota máčecí vody. Střelčení zrn je daleko více ovlivněno teplotou při klíčení, jak je z praxe známo, než teplotou máčecí vody.

Ze všech získaných výsledků byla jasně patrná pouze jedna tendence: se zvyšováním stupně domočení vzrůstá počet vystřelčených zrn.

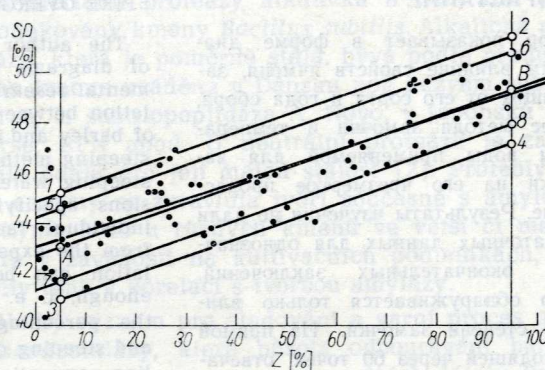


Obr. 19. Vliv teploty máčecí vody; Jantar, $R = 69$



Obr. 20. Vliv teploty máčecí vody; Merkur, $R = 69$

Na obr. 21 jsou vyneseny všechny získané hodnoty vystřelčených zrn v závislosti na stupni domočení, bez ohledu na odrůdové a ročníkové vlastnosti ječmene, způsob máčení a teplotu máčecí vody. Pomínou-li se okrajové hodnoty vystřelčených zrn, tj. od 0 do 5 % a od 95 do 100 %, získá se šedesát bodů, kterými je proložena přímka AB. 95 %



Obr. 21. Závislost vystřelčených zrn na stupni domočení

hodnot leží mezi úsečkami 1, 2 a 3, 4, které jsou vzdáleny od přímky AB o 2,1 % na obě strany. Počátek střelčení zrn (5 %) je při stupni domočení 43,0 % $\pm 2,1$ %. Při stupni domočení 49,2 % $\pm 2,1$ % střelčí 95 % zrn.

Směrnice přímky AB je 14,7. Tato hodnota vyjadřuje, že se zvýšením stupně domočení o 1 % od bodu, kdy nastává 5% střelčení, zvyšuje se počet vystřelčených zrn o 14,7 %. V těsné blízkosti přímky AB je zakreslena přímka z předběžných pokusů, o nichž byla zmínka na počátku tohoto sdělení.

Uvedený rozptyl 2,1 %, vyjádřený ve stupni domočení, je poměrně velký a spadá především na úkor odrůdových a ročníkových vlastností ječmene. Postačí-li odhad se 75 % pravděpodobností, užije se interval na $\pm 1,5$ % stupně domočení (úsečky 5, 6 a 7, 8). Pokud je třeba získat přesnější odhad, určí se výchozí hodnota mikroskladovacím pokusem, při němž se ječmen domočí asi na 46 % a zjistí se počet vystřelčených zrn za podmínek podobných provozu. Použitím uvedené směrnice lze pak zjistit s postačující přesností závislost stupně domočení na střelčení, popř. určit stupeň domočení, při kterém právě nastává přerůstání střelky.

Závěr

Při mikroskladovacích pokusech byl sledován vliv odrůdových a ročníkových vlastností ječmene, způsob máčení a teploty máčecí vody na střelčení zrn při klíčení ječmene. Výsledky, které se zpracovaly graficky, neposkytly s přihlédnutím ke zkoumaným činitelům jednoznačné závěry. Pouze závislost vystřelčených zrn na stupni domočení jevila ve všech případech stejnou tendenci. 60 bodů vyneseny v této závislosti se proložila přímka, která vyjadřuje vzrůst vystřelčených zrn asi o 15 % při stoupnutí stupně domočení o 1 %. Přímka začíná při stupni domočení 43 %, kdy střelčí 5 % zrn a končí v bodě 49,2 %, kdy střelčí 95 % zrn. Rozptyl od těchto hodnot vyjádřený ve stupni domočení je $\pm 2,1$ % a jde na úkor především ročníkových, případně odrůdových vlastností. Korekci lze provést mikroskladovacím pokusem.

ЗАМОЧКА ЯЧМЕНЯ И ЕГО ПРОРАСТАНИЕ

Автор показывает в форме диаграмм влияние свойств ячменя, зависящих от его сорта и года сбора, далее метода замочки и температуры воды применяемой для замочки на его чрезмерное прорастание. Результаты изучения не дали достаточных данных для однозначных, окончательных заключений. Ясно обнаруживается только влияние степени замочки. Из прямой проходящей через 60 точек, отвечающих замерам, видно, что при повышении степени замочки на 1 % число зерн, пустивших ростки увеличилось примерно на 15 %. Начало этой прямой отвечает степени замочки 43 %, при которой прорастают 5 % зерн, а конец отвечает степени замочки 49,2 %. При такой замочке пускают ростки 95 % зерн. Разброс, составляющий $\pm 2,1$ % вытекает из различий связанных со свойствами разных сортов ячменя и годом его сбора.

STEEPING OF BARLEY AND ACROSPIRE OVERGROWING

The author presents in a series of diagrams the results of experimental research works into the relation between the wild overshooting of barley and its variety year of crop, steeping method and temperature of steeping water. No definite conclusions specifying the influence of individual factors can be derived from the experiments. Only one relation can be expressed precisely enough, i. e. the relation between the percentage of overshoot corns and steeping degree. From a straight line connecting 60 points indicating the results of 60 measurements it can be seen, that for 1 % increase in steeping degree acrospire overgrowing increases by 15 %. The line starts at 43 % steeping degree when the percentage of overgrown corns is 5 %, and ends at 49,2 % steeping degree, which brings the percentage of overgrown corns to 95 %. Deviations from the indicated figures do not exceed ± 2.1 % and are due to different properties of individual varieties and various years of crop.

DAS WEICHEN DER GERSTE UND DIE HUSARENBUILDUNG

Der Autor erörtert aufgrund graphischer Bearbeitung den Einfluss der Gerstensorte, des Jahrgangs der Ernte, des Weichverfahrens und der Temperatur des Weichwassers auf die Husarenbildung bei der Gerstenkeimung (das Vorkommen von Körnern mit überwachsenen Blattkeim). Die Ergebnisse führten vom Standpunkt der verfolgten Faktoren nicht zu eindeutigen Schlussfolgerungen. Nur das Verhältnis zwischen der Husarenzahl und dem Weichgrad zeigte bei allen Proben die gleiche Tendenz. Durch 60 in dieser Korrelation ermittelten Punkte wurde eine Gerade geführt, die die Erhöhung der Husarenzahl um cca. 15 % bei Steigerung des Weichgrads um 1 % ausdrückt. Die Gerade fängt bei dem Weichgrad 43 % an, wo die Husarenzahl 5 % der Gerstenkörner erreicht und endet bei dem Weichgrad von 49,2 %, dem 95 % Husarenbildung entspricht. Der Streubereich der Werte, auf den Weichgrad umrechnet, ist ± 2.1 % und wird durch die Eigenschaften der Gerstensorte und des Erntejahrgangs erklärt.