

Vliv teploty máčecí vody na hodnoty analytických kritérií sladu

663.432:536.5
663.439.1

Dr. ALICE DOLEŽALOVÁ - PhMr. HANA VRTELOVÁ - Ing. MARIE NENTWICHOVÁ - Ing. MIROSLAV TRKAN, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, pracoviště Brno

Technologie máčení má význačný vliv na klíčení zrna i na kvalitu vyrobeného sladu. V poslední době se stále více pozornosti věnuje postupu máčení, sledují se fyziologické procesy během máčení, chemické pochody, oxidování, uvolňování, vznik enzymů apod.

Má-li zralé zrnko klíčit, musí získat tzv. vegetační vodu, v rozmezí 30 až 50 % a po dobu sladování ji udržet zhruba na stálé výši. Vegetační voda prosákne postupně celé zrnko a přivádí zárodku první, přímo rozpustné živiny a umožňuje převod enzymů a živných látek v zrnku [1].

Pro výrobu dobře rozluštěných sladů je důležitý stupeň domočení, tj. máčením dosažený obsah vody v zrně. Ten je závislý na mnoha faktorech, a to na odrůdě, pěstebním místě, citlivosti k vodě, posklizňové zralosti, na typu vyráběného sladu a samozřejmě na způsobu máčení a klíčení. Při výrobě světlých sladů se pracuje převážně se stupněm domočení 43 až 45 %.

Velký vliv na rychlost příjmu vody má teplota máčecí vody. Již v roce 1913 dokázali Brown a Worley [2], že doba máčení je téměř exponenciální funkcí teploty. Otázce, má-li teplota při máčení vliv na analytická kritéria vyrobeného sladu, nebyla dosud věnována příliš velká péče. Moštek [1] cituje práci Narcisse z roku 1965, která se týká této otázky. Autor zkoušel vliv stupně domočení a teploty máčecí vody při 9, 13, 17 a 21 °C. Z ta bulky, která je v práci uvedena, je patrné, že zvýšená teplota máčecí vody má největší vliv na RE při 45 °C a Kolbachovo číslo, zatímco na cytolytické rozluštění, stanovené rozdílem extraktu v moučce a šrotu, má teplota máčecí vody menší vliv než stupeň domočení. Zvláště RE při 45 °C reaguje velmi citlivě na rozdíly v technologickém postupu. Narciss dokazuje, že se stoupajícím stupněm domočení jednoznačně stoupá relativní extrakt při 45 °C a naopak klesá se stoupající teplotou máčecí vody. U všech analytických kritérií se ukazují nejpriz-

nivější hodnoty při teplotách 9 a 13 °C. Autor zde dále uvádí pro technologii klíčení důležitý poznatek, který jsme i v naší práci [3] zjistili a v provozu doporučili, a to, že je důležitý nejen stupeň domočení na počátku fáze klíčení při sladování, ale také v zeleném sladu před hvozdením. To znamená, že se musí zabránit ztrátě vody při klíčení, a to až do posledních hodin před hvozdením.

Vlivem zvýšené teploty máčecí vody na kvalitu sladu se zabýval i Sommer [2]. Použil dva ječmeny: jeden s vysokou a druhý s nízkou namáčivostí. Dále měnil způsob máčení: jednak stále pod vodou a jednak se vzdušnými přestávkami. Teploty máčecí vody měl 12, 16 a 20 °C. Výsledky se poněkud liší od zjištění Narcisso- vých. Rozbory sladů ukázaly, že teplota při máčení v mezích 12 až 20 °C u ječmene s malou namáčivostí při máčení pod vodou i při vzdušném máčení má jen velmi malý, téměř zanedbatelný vliv na kvalitu sladu.

Máčecí pokusy s velmi namáčivým ječmenem nedávaly jednotné výsledky. Rozdíly v teplotě při vzdušném máčení měly malý vliv na extrakt, rozdíl šrot—moučka, viskozitu a Kolbachovo číslo; RE při 45 °C a obsah α -amylázy se při 20 °C značně snižují.

Protože jsme se setkali v praxi u některých sladoven s faktem, že používají k máčení vodu teplou někdy až 18 °C i vyšší a rovněž s nedostatky v konečné jakosti sladu, zaměřili jsme se ve své práci na tuto problematiku, abychom pomohli objasnit vztah kvality sladu ke způsobu máčení a tím přispět k překonávání provozních potíží našich sladoven.

Materiál a metody

Ke zkouškám byly použity jednotné ječmeny ze sklizně 1971. Jejich analytické hodnoty jsou uvedeny v tab. 1. Sladovalo se na automatizované mikrosladovně fy Seeger.

Tabulka 1. Analytické hodnoty namáčených ječmenů

Ječmen č.	Vláhá %	Škrob v suš. %	Bílkoviny v suš. %	Tvrdost zrn	Měrná hmota při 20 °C	Nasákavost %	Klíčivost %
1	11,1	62,4	10,9	833	1,33	48,63	99,6
2	11,5	64,5	10,8	820	1,28	49,20	98,8
3	11,2	63,3	11,0	815	1,32	46,60	99,4
4	11,8	65,0	10,8	800	1,28	48,45	99,0
5	11,4	62,0	10,2	805	1,34	48,80	99,8

Tabulka 2. Analytické hodnoty vyrobených sladů

Teplota máčecí vody		Extrakt	Šrot	Rozdíl m-š	Řez	Tvrdost	Kles. zrna	Křeh- kost	Bílko- viny	KČ	DM	RE při 20 °C	RE při 45 °C	RE při 65 °C	RE při 80 °C	HČ	Enz. síla	TNBS	Pro- kva- šení
8 °C/72 h	1.	81,7	80,8	0,9	96	311	18	2,0	10,5	43,7	300	29,4	42,5	98,7	97,2	8,9	3,0	200,9	80,1
	2.	81,7	80,9	0,8	94	309	26	2,2	10,1	44,2	305	30,1	46,6	100,5	97,6	10,7	3,0	219,2	80,8
	3.	81,2	80,3	0,9	96	310	16	2,0	10,2	43,5	293	29,8	43,6	98,9	97,2	9,6	3,0	210,5	80,4
	4.	81,5	80,7	0,8	98	311	22	2,4	10,4	44,0	308	28,8	45,2	99,6	97,8	9,9	3,0	215,7	80,7
	5.	81,8	80,9	0,9	94	319	26	2,2	10,2	43,2	287	30,2	40,9	100,1	97,5	9,2	2,7	194,7	80,1
12 °C/72 h	1.	81,6	80,5	1,1	98	329	12	2,4	10,5	43,3	280	27,8	41,7	99,5	97,8	8,7	3,0	202,4	80,2
	2.	81,3	80,7	0,6	94	314	16	2,2	10,0	43,8	295	27,6	40,8	100,2	97,7	8,6	2,7	193,8	80,1
	3.	81,3	80,2	1,1	96	315	12	2,2	10,3	43,0	305	28,0	41,2	99,6	98,2	8,8	3,0	198,6	80,4
	4.	81,6	80,6	1,0	94	325	18	2,0	10,4	42,5	293	27,8	41,5	100,2	98,5	9,0	3,0	199,2	79,9
	5.	81,2	80,3	0,9	93	328	26	2,2	10,0	43,5	287	27,2	40,9	100,4	97,7	8,6	2,7	194,1	79,3
16 °C/53 h	1.	81,3	80,2	1,1	92	312	36	1,8	10,0	43,6	285	28,2	39,5	100,0	97,5	8,3	2,7	183,5	78,5
	2.	81,6	80,3	1,3	92	315	12	2,0	10,3	43,6	285	25,6	39,0	99,5	98,5	7,7	2,7	179,0	79,5
	3.	81,4	80,2	1,2	92	314	30	2,0	10,3	42,0	285	26,7	39,4	99,2	98,6	8,0	2,7	185,0	78,5
	4.	81,6	80,6	1,0	94	329	32	2,0	10,3	42,2	305	28,0	38,9	98,7	97,8	7,9	2,7	175,2	78,2
	5.	81,2	79,9	1,3	92	328	28	1,8	10,1	43,0	270	25,9	39,1	100,4	97,6	7,8	2,7	180,0	79,2
20 °C/53 h	1.	81,5	79,6	1,9	92	329	32	1,8	10,0	41,2	270	25,4	35,7	100,2	98,4	6,9	1,7	169,3	78,0
	2.	81,0	79,3	1,7	90	321	36	1,8	10,3	40,8	280	24,9	36,0	98,9	97,8	6,4	2,0	170,8	79,6
	3.	81,7	79,8	1,9	92	322	18	1,8	10,5	40,8	284	25,4	36,7	98,6	98,3	6,8	2,0	170,5	78,3
	4.	81,3	79,5	1,8	90	327	32	1,6	10,2	41,0	280	25,8	37,6	99,2	97,9	6,1	2,0	172,4	78,0
	5.	81,1	78,9	2,2	92	318	36	1,8	10,0	40,2	275	24,9	36,0	99,8	98,5	6,8	2,0	171,3	78,9

Velikost vzorků byla 1 kg. Postup sladování a hvozďení byl jednotný, odlišný byl pouze postup máčení, tj. teplota máčecí vody a délka máčení. Při máčení se zařazovaly vzdušné přestávky, a to 10 h a 8 h pod vodou. Teplota použité máčecí vody byla 8 a 12 °C a vymáčelo se po 72 h a 16 a 20 °C při zkrácení doby máčení na 53 h.

Při každé teplotě máčecí vody se sledovalo 5 vzorků; v následující tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty stupně domočení. Jsou zde hodnoty stupně domočení při vymáčení, potom po kropení za 24 hodiny a těsně před hvozďením. Kropení nebylo stejně intenzivní. Vzorky s máčecí vodou 8 a 12 °C byly kropeny silněji ve snaze dosáhnout přibližně stejného stupně domočení 45 až 46 %. Kropilo se při prvním obrácení.

Přehled stupně domočení

Teplota vody °C	Vymočeno za hodin	Stupeň domočení		
		po vymočení	po kropení	před hvozďením
8	72	42,6	45,5	45,0
12	72	44,3	43,0	45,0
16	53	44,0	43,1	44,1
20	53	45,0	46,2	44,2

Klíčení bylo šestidenní, při klíčení se neustále větralo vlhkým vzduchem. Teplota vzduchu byla regulována na volenou teplotu: první 3 dny 12 °C, čtvrtý den 14 °C, pátý 16 °C a šestý 19 °C. Vzorky ve skříňkách byly ručně obráceny vždy po 12 h.

Hvozďení je v použité mikroskladovně s programovou regulací teploty, hvozd jednolískový. Délka hvozďení byla 22 h a dotahovací teplota 83 °C po dobu 5 h. Odkličovalo se na ruční laboratorní odkličovače.

K analytickému hodnocení vzorků se používaly běžné metody, uvedené v literatuře [4] a dále speciální analytické metody uvedené a popsány v závěrečné zprávě VÚPS z r. 1972 [5].

Výsledky práce a diskuse

Použité ječmeny měly vysokou klíčivost, vyhovující obsah bílkovin a dobrou schopnost přijímat vodu. Jediný znak, který upozorňoval na ztíženou rozluštělnost při klíčení, byla vysoká hodnota tvrdosti. Proto byl zvolen vyšší stupeň domočení a během prvních 24 h klíčení byly ječmeny znovu kropeny. Zvýšený stupeň domočení usnadňoval amylolytickou a cytolytickou činnost během šesti-denní doby klíčení tak, že vyrobené slady byly dobře rozluštěné a jejich kvalitativní znaky odpovídaly dobrým plzeňským sladům. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 2.

Slady vyrobené z ječmenů máčených při 8 °C jsou vysoce extraktivní (maximální extrakt 81,8 %) s rozdílem moučka—šrot (Miag) pod 1 %. To znamená, že slady jsou dokonale rozluštěné, křehké a moučnaté, takže i při hrubém mletí se slad velmi dobře rozmělní. Tomu nasvědčuje i hodnota tvrdosti stanovená mürbimetrem a vypočtená křehkost. Kolbachovo číslo neklesá pod 43 a Hartongovo číslo se pohybuje kolem hodnoty 9. Jsou to především vysoké RE při 20 a 45 °C, které upozorňují na velmi dobrou amylolytickou a proteolytickou činnost. RE při 20 °C udává rovněž, že byl zvolen správný postup při máčení. Vypočtená enzymatická síla má hodnotu 3, což je maximální ohodnocení. Diastatická mohutnost se udržuje kolem 300 j. WK, stupeň prokvašení neklesá pod 80 %.

Z ječmenů máčených při 12 °C měly vyrobené slady rovněž extrakty nad 81 % a rozdíl moučka—šrot se pohyboval kolem 1 %. Také hodnota tvrdosti ukázala slady dobře rozluštěné a vypočtená křehkost byla stejná jako u sladů předešlé skupiny. Kolbachovo číslo se pohybuje kolem 42 a Hartongovo číslo je velmi vyrovnané a udržuje se kolem 8,8. To znamená, že při výrobě sladů byl dodržen stejný technologický postup a enzymové pochody probíhaly za příznivých podmínek. Hodnota RE při 20 °C je téměř vyrovnaná a rozdíly jsou v mezích

analytických chyb. Všechny ječmeny měly tedy stejné vhodné volené podmínky při máčení. Je tomu tak i u RE při 45 °C, který se pohybuje na hranici určující velmi dobré rozluštění. Diastatická mohutnost a stupeň prokvašení mají hodnoty odpovídající vysoké kvalitě plzeňských sladů.

Další skupina, zahrnující slady vyrobené z ječmenů máčených při 16 °C, má rovněž znaky jakosti, ukazující na dobré plzeňské slady. Extrakt je vysoký a rozdíl moučka—šrot je v rámci předepsaných požadavků. Tvrdost i vypočtená křehkost je vyrovnaná se slady předešlých skupin. Kolbachovo číslo odpovídá velmi dobře rozluštěným sladům. Poněkud větší výkyvy jsou u RE při 20 °C. Zdá se, že ječmeny nereagují na teplejší vodu stejně, na některé působí více a to se projeví méně příznivou hodnotou. RE při 45 °C odpovídá dobré enzymové činnosti a stejně tak i Hartongovo číslo. Diastatická mohutnost a stupeň prokvašení jsou vyrovnané a odpovídají velmi jakostním sladům.

U poslední skupiny sladů, kde se máčelo při 20 °C, je jakost rovněž velmi vyrovnaná. Extrakt i rozdíl moučka—šrot odpovídají jakosti dobrého sladu, u kterého byla správná enzymová činnost během klíčení, takže slad je nejen extraktivní, ale i křehký. Tomu odpovídají všechny ukazatele analytických kritérií, které se při hodnocení pohybují v rozmezí uspokojivé až dobré křehkosti. Enzymová činnost hodnocená Kolbachovým číslem, RE a Hartongovým číslem je ve stejném rozmezí jako křehkost. Poněkud snížená hodnota RE při 20 °C ukazuje, že při máčení nastalo oslabení cytolytické činnosti, které mohlo mít vliv na další pochody při rozluštění. Ostatní analytické znaky, jako diastatická mohutnost, stupeň prokvašení a enzymatická síla odpovídají dobrým plzeňským sladům.

Při samostatném hodnocení jednotlivých skupin se zdá, že všechny slady jsou vysoce jakostní a odpovídají špičkovým plzeňským sladům, nebo alespoň sladům velmi dobré kvality. Je nutno přihlídnout ke srovnání analytických kritérií mezi všemi skupinami. To nejlépe ukazuje průměr, vypočtený z hodnot každé skupiny.

Průměrné hodnoty jednotlivých skupin sladů

Teplota a doba máč.	Extrakt %	Rozdíl š-m %	Rez %	Tvrdost j.	Klesá- jící zrna	Křeh- kost	Kolba- chovo číslo
8 °C/72 h	81,6	0,9	96	312	22	2,2	43,7
12 °C/72 h	81,4	0,9	96	322	17	2,2	43,2
16 °C/53 h	81,4	1,2	92	319	28	2,0	42,9
20 °C/53 h	81,3	1,9	92	323	31	1,8	40,8

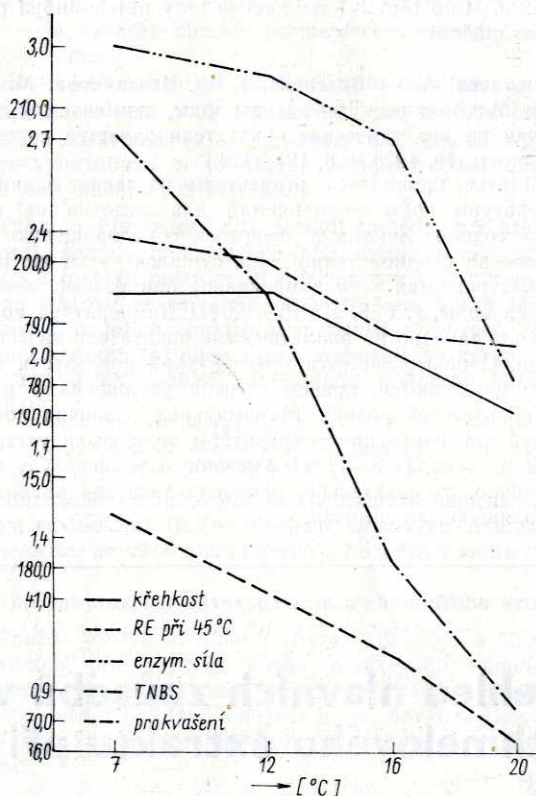
Teplota a doba máč.	Dia- moh. j. WK	Re při 20 °C %	Re při 45 °C %	Hartong. číslo	Enzym. síla	Ami- nodus. TNBS	Pro- kvašení %
8 °C/72 h	299	29,7	43,8	9,7	3,0	208,2	80,4
12 °C/72 h	293	27,7	41,2	8,7	2,9	197,6	80,0
16 °C/53 h	286	27,4	39,2	7,9	2,7	180,5	78,8
20 °C/53 h	278	25,3	36,4	6,6	1,9	170,8	78,6

Hodnota extraktu je naprosto vyrovnaná. Při hodnocení rozdílu moučka—šrot se zvyšuje procentní rozdíl, a to velmi markantně u teplejšího máčení. Moučnatost stanovená řezem a s ní souhlasně tvrdost stanovená mřížkou nasvědčují mírnému zhoršení kvality se zvyšující se teplotou při máčení. Obdobné hodnocení se jeví při srovnání podílu klesajících zrn a křehkosti. Stejně tak tendenci poklesu jeví Kolbachovo číslo, především u teploty máčení 20 °C. Velmi zajímavý je pokles aminodusíku, stanoveného metodou TNBS, což je ve shodě s hodnotou Kolbachova čísla. Pokles diastatické mohutnosti je sice nepatrný, avšak pravidelný se zvyšující se teplotou máčení. Rovněž stupeň prokvašení se snižuje směrem k vyšší teplotě vody.

Nejzávažnější vliv má teplota máčecí vody na RE při 20 °C a především při 45 °C. RE při 20 °C klesá postupně

až o 4,5 % a RE při 45 °C o 7,5 %. To je pokles velmi vysoký a nepříznivý. Kvalita sladu je podstatně zhoršena. Z tabulky je zcela zřejmé, že se stoupající teplotou vody naprosto pravidelně klesá hodnota RE při 45 °C. Velmi názorný průběh poklesu závažných znaků jakosti je zachycen v grafu 1.

Sledované hodnocení jasně dokazuje, že vliv teploty máčecí vody je velmi závažný. Zdá se však, že i máčením při 20 °C lze vyrobit kvalitní slad. Je však nutno porovnat slad vyrobený při 8 °C. Hodnoty znaků jakosti nejsou zcela běžné v provozní praxi (Kč 43,7, RE při 45 °C 43,8, Hč 9,7, stupeň prokvašení 80,4, DM 300 j aj.). Jestliže se v praxi vyrábějí slady s hodnotou RE při 45 °C 36 %, potom pokles o 7 % znamená znehodnocení sladu. Stejně tak je tomu i u Kolbachova čísla, kde sice 3 % nejsou také vysoká, ale jsou únosná jen tam, kde kvalita ječmene a podmínky sladovny umožňují vyrábět slady s Kč nad 40 %. K obdobným závěrům přijdeme při hodnocení většiny analytických znaků.



Obr. 1. Pokles hodnot jednotlivých analytických kritérií v závislosti na teplotě máčecí vody

Z výsledků práce vyplývá, že zvyšování teploty máčecí vody není bez vlivu na kvalitu výrobku. Minimální a přijatelné rozdíly v kvalitě jsou v rozmezí teplot 8 až 12 °C, tzn. že máčecí voda teploty 12 °C plně vyhovuje při výrobě jakostních sladů. Vyšší teplota máčecí vody má negativní vliv na tvorbu enzymů a tím zhoršuje kvalitu sladu především ve speciálních analytických znacích, sledujících proteolytické a amylolytické rozluštění. Vliv vyšší teploty máčecí vody se projevil i na cytolytickém rozluštění sladu, takže rozdíl šrot—moučka spec. u teploty 20 °C se podstatně zvýšil.

Lze předpokládat, že všechny uvedené rozdíly by byly výraznější při použití ječmene horší kvality. Je tedy naprosto nezbytné pro správnou technologii sladu kontrolovat i teplotu máčecí vody, vzhledem k tomu, že zvýšení teploty při máčení má nepříznivý vliv na jakost sladu.

Literatura

- [1] MOŠTEK, J.: Biochemie a technologie sladu a piva. II. Sladění. SNTL Praha 1970
- [2] SOMMER, G.: Weichtemperatur und Malzqualität. Mitteilungen, 25, 1971, č. 4, s. 79.
- [3] DOLEŽALOVÁ, A. aj. Vliv technologie v provozních podmínkách na úpravu RE při 45 °C. MU 18/B, VÚPS Brno, 1971
- [4] VANČURA, M. aj.: Pivovarsko-sladařská analytika. SNTL Praha 1933
- [5] DOLEŽALOVÁ, A. - VRTĚLOVÁ, H.: Závěrečná zpráva úkolu 3/15, VÚPS Brno, 1972

Doležalová, A. - Vrtělová, H. - Nentwichová, M. - Trkan, M.: Vliv teploty máčecí vody na hodnoty analytických kritérií sladu. Kvas. prům. 19, 1973, č. 6, s. 121—124.

Byl zkoušen vliv teploty máčecí vody na kvalitu sladu. Jednotlivé ječmeny byly při stejném technologickém postupu klíčení a hvozdění máčeny při 8, 12, 16 a 20 °C. Vliv teploty vody se zřetelně projevil u speciálních analytických kritérií, jejichž hodnoty byly sníženy. Nejmarkantnější rozdíl byl zaznamenán u RE při 20 a 45 °C, kde při každém zvýšení teploty máčecí vody hodnoty pravidelně klesaly. Nejmenší rozdíly byly mezi teplotou 8 a 12 °C; toto teplotní rozmezí je tedy nejvhodnější pro systém máčení.

Долёжалова, А. — Вртелова, Г. — Нентвихова, М. — Тркан, М.: Влияние температуры воды, применяемой для замочки на аналитические показатели качества солода. Квас. прум. 19, 1973, № 6, 121—124.

В статье приводятся результаты изучения влияния температуры воды, применяемой для замочки на качество солода. Ячмень подвергался солодоращению по совершенно сходной технологии, сушился — также при сходных режимах — и замачивался при разных температурах воды, т. е. 8, 12, 16 и 20 °C. Температура воды повлияла заметно на аналитические показатели качества солода. С повышающейся температурой показатели качества ухудшаются, причем степень ухудшения у разных показателей разная. Минимальные различия показателей при изменении температуры воды были установлены в пределах 8—12 °C. Указанную температуру воды можно, следовательно, рекомендовать как наиболее подходящую для замочки.

Doležalová, A. - Vrtělová, H. - Nentwichová, M. - Trkan, M.: Effects of the Steeping Water Temperature Upon the Analytic Criteria Expressing the Properties of Malt. Kvas. prům. 19, 1973, No. 6, 121—124.

The authors carried out a series of experiments to determine the effects of the steeping water temperature upon the quality of malt. After germination and drying under strictly same conditions the samples of barley were steeped and for each of the studied batches the temperature of water was gradually raised as follows: 8, 12, 16 and 20 °C. It has been established that the temperature of water has a marked effects upon the analytic criteria expressing the quality of malt and generally deteriorates them. The values of decrease differ for various criteria and depend also on the range of temperatures in which they are changed. Only slight differences were observed within the 8—12 °C range. This range of temperatures can be therefore recommended as the best for steeping.

Doležalová, A. - Vrtělová, H. - Nentwichová, M. - Trkan, M.: Einfluss der Temperatur des Weichwassers auf die Werte der analytischen Kriterien des Malzes. Kvas. prům. 19, 1973, No. 6, 121—124.

Es wurde der Einfluss der Temperatur des Weichwassers auf die Qualität des Malzes erprobt. Die einzelnen Gerstenpartien wurden bei Einhaltung einer einheitlichen Keimungs- und Darrtechnologie bei 8, 12, 16 und 20 °C geweicht. Der Einfluss der Weichwassertemperatur machte sich deutlich bei den speziellen analytischen Kriterien bemerkbar, deren Werte niedriger lagen. Der markanteste Unterschied wurde bei dem Relativextrakt bei 20 und 45 °C festgestellt, wo bei jeder Erhöhung der Weichwassertemperatur ein regelmässiges Absinken der RE-Werte ermittelt wurde. Die geringsten Unterschiede zeigten sich zwischen den Temperaturen 8 und 12 °C; dieser Temperaturbereich eignet sich daher für das Weichsystem am besten.