

Wplyw temperatury kleikowania siodu jęczmiennego na proces zacierania

Martin Zarnkow
Instytut Weihenstephan, Monachium

Temperatura kleikowania to ciekawa wlaściwość skrobi jęczmiennej i jakości siodu. Z powodu gorących i suchych warunków pogodowych w okresie wegetacji jęczmienia, temperatura kleikowania skrobi może znacznie wzrosnąć i przyczynić się do zmian jakościowych w procesie warzenia. Wyjątkowo gorące i suche lato w roku 2006 pokazało, że warunki klimatyczne prowokują kształtowanie się temperatury kleikowania na poziomie powyżej 65°C. Wyniki pokazują w jaki sposób temperatura kleikowania oddziałuje na jakość brzezki w przypadku zastosowania standardowego programu zacierania (przerwa β -amylazy w temperaturze 62°C) i zmodyfikowanego programu zacierania (przerwa w temperaturze kleikowania). Udało nam się pokazać, że znajomość temperatury kleikowania siodu jest pomocna w odpowiedniej regulacji programu zacierania.

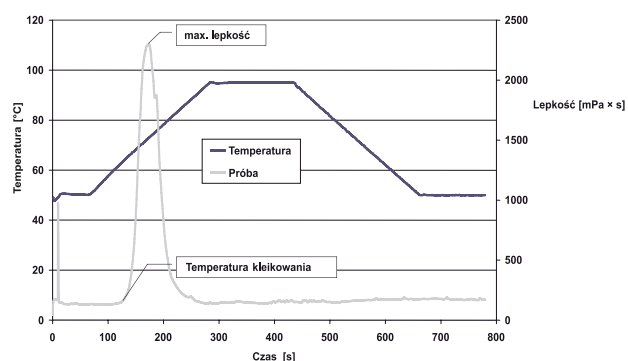
Wprowadzenie

W ostatnim dziesięcioleciu w Europie centralnej znacznie wzrosła ilość gorących pór letnich. Takie gorące warunki pogodowe wywierają ogromny wpływ na całkowity czas wegetacji jęczmienia i na wlaściwości fizyczne skrobi jęczmiennej (1). O wpływie wysokich temperatur na wlaściwości skrobi możliwych tego konsekwencjach w odniesieniu do procesu warzenia pisano już w innych źródłach (2). Wyjątkowo gorące i suche lato w roku 2006 pokazało, że takie warunki klimatyczne prowokują kształtowanie się temperatury kleikowania na poziomie powyżej 65°C. Zasadniczo temperatura ta wynosi około 62°C. Większość browarów ustala proces zacierania przy temperaturze około 62°C. Jeżeli w tym czasie kleikowanie nie przebiegnie pomyślnie, udział maltozy będzie niski, co w konsekwencji spowoduje niski stopień odfermentowania końcowego. Dodatkowo wzrasta również ryzyko pojawienia się osadów α -glukanowych. To opracowanie pokazuje wpływ technologii siodowania i zacierania w odniesieniu do jęczmienia i siodu jęczmiennego o różnych wlaściwościach skrobi, to znaczy o różnej temperaturze kleikowania.

Materiały i metodyka

Temperaturę kleikowania (GT=gelatinisation temperature) mierzono za pomocą analizatora lepkości Rapidviscoanalyser RVA-4 z Newport Scientific, Warriewood, Australia. Analizy przeprowadzone zostały zgodnie z MEBAK Issue Rohstoffe 2.7 (3) przy użyciu profilu produkcji STD 1 (Rysunek 1). Dodawano 15,0 g wody destylowanej do 7,5 g drobno zmielonego siodu (5% wilgoci). Dane rejestrowano co 0,5 s zamiast co 4,0 s. Siodo zmielono młynkiem laboratoryjnym 3100 (sito 0,8 mm, 16 000 rpm) producenta Perten Instruments GmbH, Hamburg, Niemcy.

Aktywność amylolityczną mierzono zgodnie z opisem umieszczonym w innym opracowaniu (4) z użyciem komercyjnego zestawu do analizy pochodzącego z Megazyme, Bray, Irlandia (5, 6). Wszystkie analizy

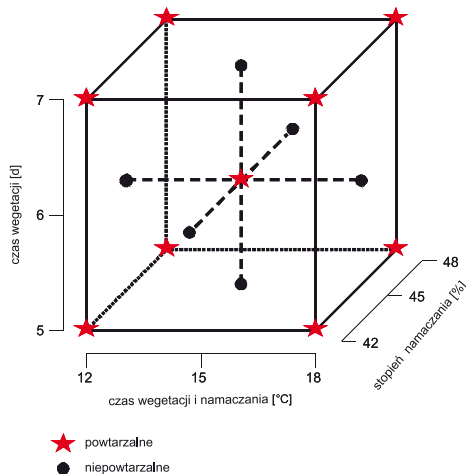


Rys. 1. Profil RVA i próby

jęczmienia i siodu jęczmiennego wykonano zgodnie z normą MEBAK lub normą EBC. Mikrośiodowanie przeprowadzone zostało zgodnie z normą MEBAK (3).

W celu określenia relatywnych wpływów trzech prognozowanych zmiennych (czas wegetacji, zawartość wody i temperatura) na temperaturę kleikowania siodu, przeprowadzono studium oparte o metodologię tzw. powierzchni odpowiedzi. Za pomocą pakietu oprogramowania komputerowego StatEase (Stat-Ease Corporation, Minneapolis, USA) skonstruowano układ płasko-centrowany z współczynnikami powtarzalnymi i punktem centralnym, co pozwoliło na uzyskanie 24 prób mikrośiodowania (patrz: Rys. 2). Więcej informacji o tym użytym narzędziu programowym znaleźć można w innych źródłach (7).

Aby prześledzić wpływ temperatury kleikowania, zmodyfikowano zacieranie metodą kongresową, zgodnie z rysunkiem nr 3.



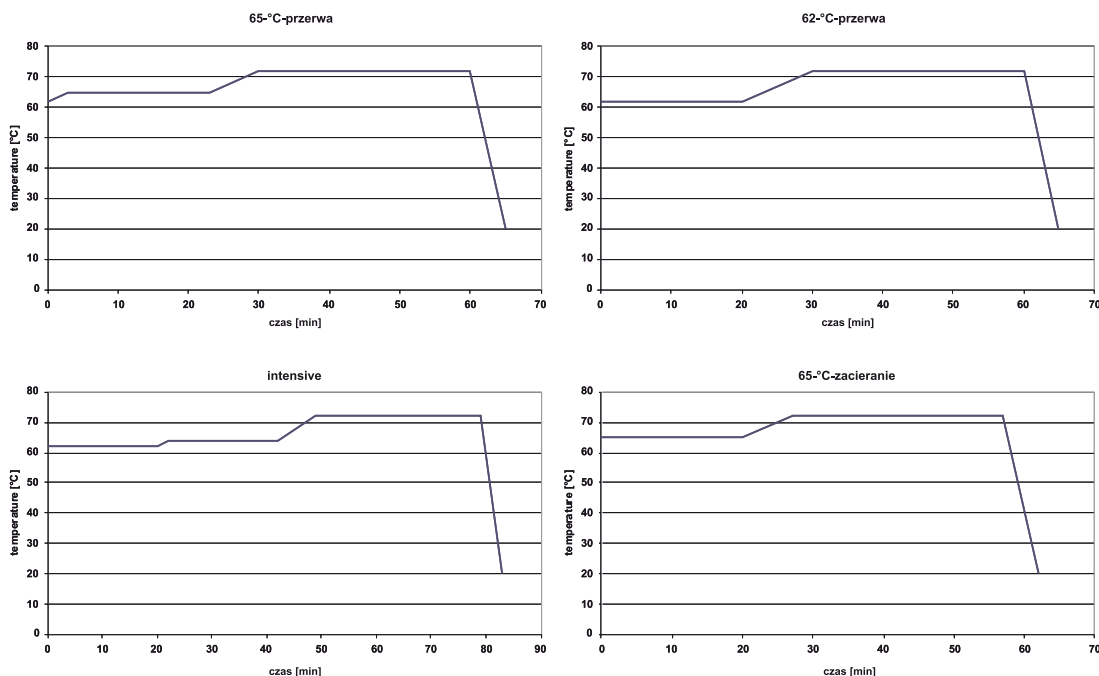
Rys. 2. Układ płasko-centrowany

Wyniki i dyskusja

Różne metody siodowania nie wykazały znacznego spadku temperatury kleikowania. Różnica pomiędzy wartością najwyższą a wartością najniższą nie przekraczała 1°C. W przypadku innych zbóż można było zaobserwować spadek temperatury kleikowania. W przypadku użycia czarnego ryżu do siodowania, po trzech dniach kiełkowania odnotowano ogromny spadek temperatury kleikowania.

W związku z tym, że w obszarze siodowni nie można obniżyć temperatury kleikowania, konieczne jest dokonanie pewnych zmian w obszarze warzelni tak, by możliwe było uzyskanie pożądanego AAL. Dobrą opcją wydaje się mieszanie partii produktów o różnych temperaturach kleikowania.

Na rysunku 5 widać krzywe lepkości RVA dwóch prób i ich mieszanek. Temperatura kleikowania mieszanki mieści się pomiędzy temperaturami kleikowania poszczególnych prób. Rezultat ten pokazuje, że dobrą opcją dla siodowni będzie sporządzanie mieszanek partii o wysokich i niskich temperaturach kleikowania, w celu spetnienia oczekiwań klien-



Rys. 3. Programy zacierania pozwalające śledzić wpływ temperatury kleikowania.

W celu zbadania wpływu pH, wprowadzono kilka modyfikacji do procedury zacierania metodą kongresową. Zacieranie izotermiczne trwało 30 minut. Wartość pH regulowana była za pomocą kwasu mlekowego (5%).

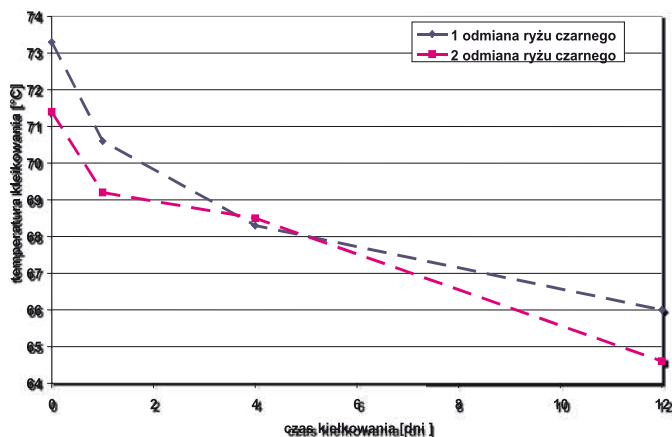
Do badań laboratoryjnych użyto dwóch prób jęczmienia siodowego:

- Próba 1: Jęczmień jary, odmiana Scarlett o temperaturze kleikowania = 64,5°C i 58 ASBC.
- Próba 2: Jęczmień ozimy, odmiana Vanessa o temperaturze kleikowania = 61°C i 48 ASBC.

Do prób przemysłowych użyto siodu handlowego o temperaturze kleikowania = 62°C, z zastosowaniem temperatury kleikowania = 64°C.

ów. Oczekiwane byłoby mieszanie dwóch prób o różnych wartościach szczytowych temperatury kleikowania lub o bardzo szerokim spektrum. Autorzy nie znaleźli wyjaśnienia tego zjawiska.

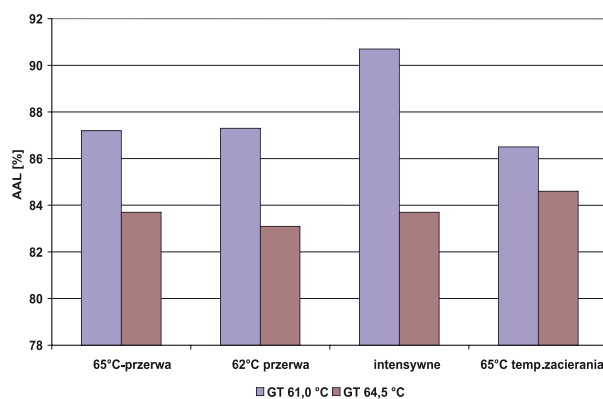
W obszarze warzelni można tak modyfikować program zacierania, aby wspomagać hydrolizę skrobi. Rysunek 6 pokazuje, że w badanych próbach, przy tym samym sposobie zacierania, nie osiągnięto maksymalnego AAL. Dla jęczmienia jarego (temperatura kleikowania = 64,5 C) najbardziej efektywna temperatura zacierania wynosi 65°C. W przypadku jęczmienia ozimego (temperatura kleikowania = 61,0°C) najlepsze jest zacieranie intensywne. Aby wyjaśnić te rezultaty należy rozważyć aktywność enzymów oraz podatność skrobi na działanie tych enzymów.



Rys. 4.
Spadek temperatury kleikowania ryżu czarnego

W miarę wzrostu temperatury roślinie podatność skrobi na działanie β -amylazy, która rozbija wiązania glikozydowe i uwalnia z ziaren skrobi dekstryny, które następnie rozbijane są przez β -amylazę do cukrów ulegających fermentacji. Ostatni ze wspomnianych enzymów jest bardzo wrażliwy na działanie wysokiej temperatury. Jego inaktywacja rozpoczyna się już w temperaturze 60°C. Rysunek 7 ukazuje interakcje pomiędzy wzrostem podatności skrobi na działanie β -amylazy, a spadkiem aktywności tego enzymu. Aby skutecznie użyć β -amylazy, temperatura zacierania musi być równa temperaturze kleikowania lub nieznacznie ją przewyższać. Znaczenie tego aspektu rośnie wraz ze wzrostem temperatury kleikowania.

Innym parametrem, który może być zmieniany w celu kontrolowania hydrolizy skrobi w czasie zacierania, jest pH zacieru. Enzymy są bardzo wrażliwe na wartość pH. Rysunek 8 (jęczmień ozimy) i Rysunek 9 (jęczmień jary) pokazują wpływ pH na AAL. W przypadku jęczmienia ozimego odnotowano AAL pomiędzy 85,0 % a 87,5 %, z obliczoną wartością maksymalną bliską 5,6. Dla jęczmienia ozimego, najniższa zmierzona wartość AAL wynosiła 78,6 %, a maksymalna – 83,7 %. Wartość maksimum odnosiła się do pH rzędu 5,7. Różnice pomiędzy jęczmieniem ozimym a jarym można wytłumaczyć różną temperaturą kleikowania.

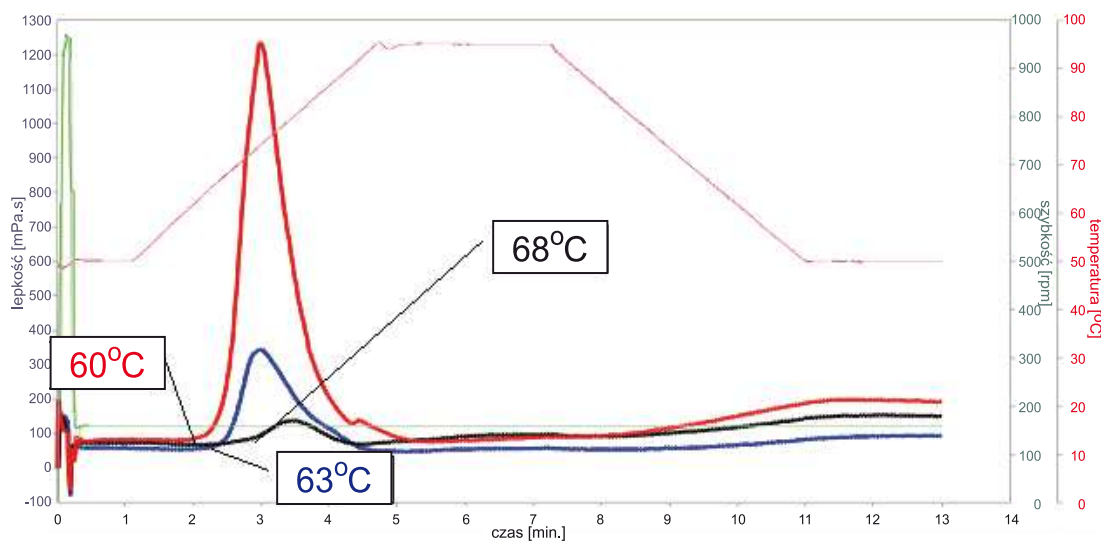


Rys. 6.
Wpływ metody zacierania na AAL

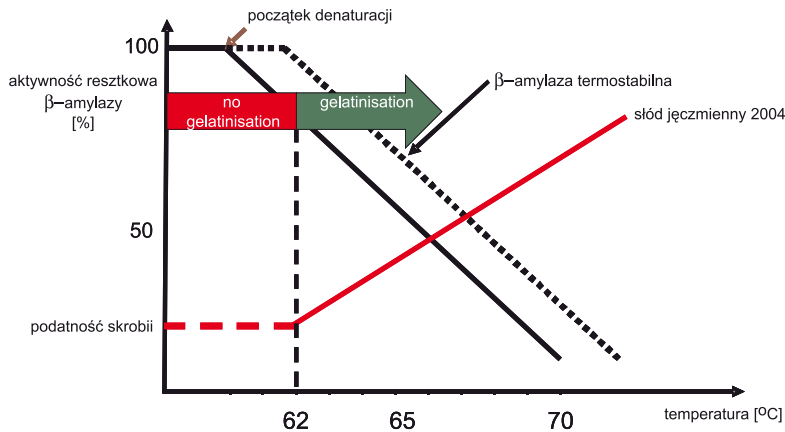
Jęczmień ozimy ma stosunkowo niską temperaturę kleikowania, podczas gdy jęczmień jary – stosunkowo wysoką. Wysokie wartości pH wspomagają kleikowanie, co z kolei wspiera hydrolizę skrobi. W przypadku jęczmienia jarego o bardzo wysokiej temperaturze kleikowania, optimum równowagi pomiędzy aktywnością enzymu i podatnością skrobi na działanie amylaz przypada na wyższe pH.

W skali laboratoryjnej badano wpływ pH z jednoczesnym kontrolowaniem temperatury przerwy na zadziałanie β -amylazy. Rysunek 10 ukazuje dane dla jęczmienia ozimego, a Rysunek 11 dla jęczmienia jarego. W przypadku jęczmienia ozimego wartość pH miała większy wpływ na AAL w porównaniu do temperatury. Z kolei dla próby jęczmienia jarego to temperatura odgrywała większe znaczenie.

Można to wyjaśnić różnicą w temperaturze kleikowania. Przy zacieraniu w temperaturze wyższej od temperatury kleikowania β -amylaza ma pełny dostęp do skrobi ze względu na jej wysoką podatność. Wartość pH dostosowana do optimum β -amylazy daje w efekcie wyższe stężenie substratu dla β -amylazy. W przypadku jęczmienia jarego najwyższe wartości AAL uzyskano przy temperaturze 65°C. Temperatura 62°C znajduje się poniżej temperatury kleikowania jęczmienia jarego. Wyregulowanie wartości pH mogłoby zwiększyć aktywność enzymatyczną β -amylazy, jednak podatność skrobi w temperaturze 62°C jest dość niska.



Rys. 5.
Krzywe lepkości RVA dwóch prób i ich mieszaniny.

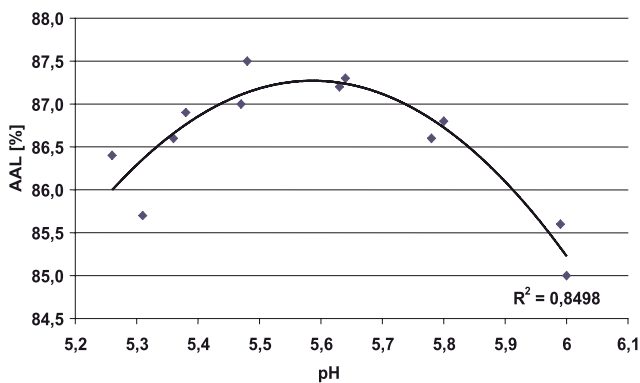


	temperatura kleikowania 62°C	temperatura kleikowania 64°C
zacier 62°C	86,5	84,3
zacier 64°C	86,4	86,1

Tab. 1. AAL testów przemysłowych

Rys. 7. Schemat interakcji zachodzących pomiędzy podatnością skrobi na działanie enzymu a denaturacją enzymu

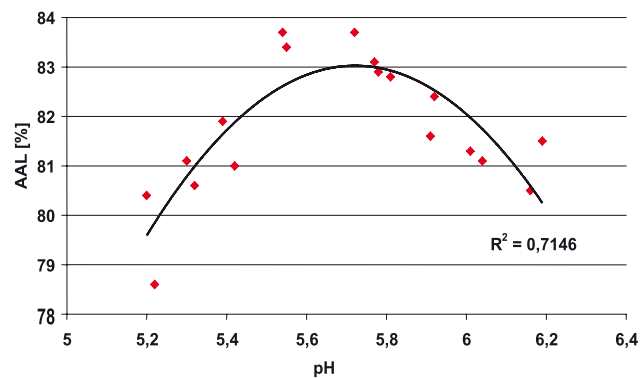
Aby sprawdzić, czy dane obserwacje nie dotyczą tylko badań w skali laboratoryjnej, przeprowadzono również testy na skalę przemysłową. W tabeli 1 zaprezentowane zostały zarejestrowane dane. Przy temperaturze zacierania wynoszącej 64°C, AAL obydwu partii jest niemalże taki sam. Przy temperaturze 62°C partia siodu z niską temperaturą kleikowania ma nadal wysoki AAL, podczas gdy partia siodu o wysokiej temperaturze kleikowania ma niższy AAL.



Rys. 8. Wpływ pH na AAL przy użyciu jęczmienia ozimego

Wnioski

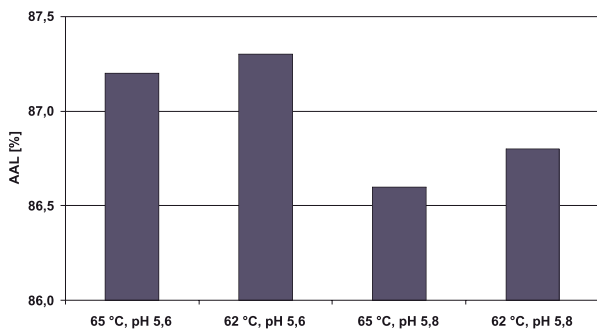
Temperatura kleikowania to ciekawa cecha skrobi jęczmiennej oraz aspekt jakości siodu. Ze względu na gorące i suche warunki pogodowe w okresie wegetacji jęczmienia, temperatura kleikowania może znacznie wzrosnąć i przyczynić się do zmian jakościowych w procesie warzenia. Udało nam się pokazać, że znajomość temperatury kleikowania siodu jest pomocna w odpowiedniej regulacji programu zacierania. Poza regulacją profilu temperaturowego, również wartość pH jest pomocna w kontroli AAL. Mieszanie partii siodu o niskiej i wysokiej temperaturze kleikowania w celu osiągnięcia średniej temperatury kleikowania wydaje się być rozwiązaniem w aspekcie analitycznym. Aby mogło ono stanowić rozwiązanie także dla potrzeb przemysłowych, wymaga jeszcze potwierdzeń i wyjaśnienia dlaczego mieszanie daje w rezultacie średnią temperaturę kleikowania.



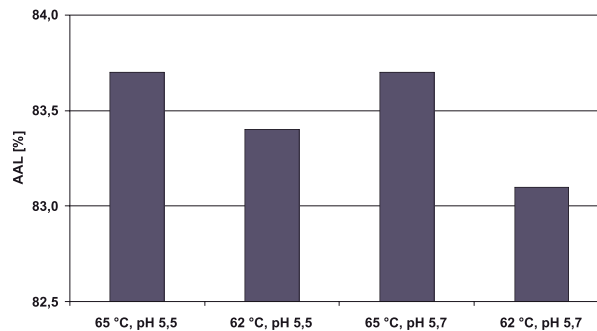
Rys. 9. Wpływ pH na AAL dla jęczmienia jarego

Bibliografia

- Tester, R. F., International Journal of Biological Macromolecules, 1997, 21, 37–45
- Keßler, M. Thesis, Technische Universität München, 2006.
- Anger, H.-M. MEBAK Band Rohstoffe, 2006.
- Keßler, M.; Kreis, S., Zarnkow, M. & Back, W., Monatsschrift für Brauwissenschaft, 2005, 58, 56–62.
- McCleary, B. V., Carbohydrate Research, 1992, 227, 257–268.
- McCleary, B. V. & Codd, R., Journal of Cereal Science, 1989, 9, 17–33.
- Kreis, S. et al., Proceedings of the European Brewery Convention Congress, Venice, 2007.



Rys. 10. Wpływ pH i przerwy β-amylazy na AAL jęczmienia ozimego



Rys. 11. Wpływ pH i przerwy β-amylazy na AAL jęczmienia jarego