

## ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 631.8:633.16

Г. В. ПИРОГОВСКАЯ<sup>1</sup>, А. П. ГРИБКО<sup>2</sup>, С. В. ФИЛИПЕНКО<sup>3</sup>

### ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛОДА

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии

<sup>2</sup>Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений

<sup>3</sup>Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила в редакцию 17.05.2011)

**Введение.** Пивоваренный ячмень не является особой культурой, а скорее формой возделывания ярового ячменя, предназначенного для целевого использования. При этом важнейшими факторами его использования в пивоваренном производстве являются метеусловия, на которые производитель не в состоянии повлиять, и производственно-технические мероприятия, на которые влияет производитель. Подбор и сбалансированное внесение минеральных удобрений наряду с сортами и есть основные производственно-технические мероприятия, которые в итоге влияют на качество получаемого солода.

Процесс превращения зерна в солод – сололожение – это сложный биохимический и физиологический процесс, в результате которого образуются не только основные, но и побочные продукты, влияющие впоследствии на спиртовое брожение, вкус и аромат пива. Основными процессами при производстве пива являются биохимические превращения составных веществ зерна пивоваренного ячменя, происходящие при его замачивании, солодоращении и сушке.

Качество солода характеризуется комплексом аналитических показателей, таких как цвет, массовая доля влаги, экстрактивность солода тонкого помола, разница в экстрактивности солода тонкого и грубого помола, фриабильность, стекловидность, вязкость, время осахаривания, общий белок, растворимый азот, содержание свободных аминокислот, число Кольбаха, число Гартона при 45 °С, мутность суслу, Гашинг и др. [1].

Известно, что на цвет готового пивного суслу влияет сорт ячменя, содержание общего азота в сусле и особенно процесс кипячения суслу (цвет некипяченого конгрессного суслу обычно равен 2,5–4,0 ед. ЕВС); массовая доля влаги – это важный показатель с точки зрения изменения качества солода при хранении (стандартная влажность солода составляет 4–5%); экстрактивность солода тонкого помола показывает максимальное количество экстракта, которое возможно извлечь из солода (обычно составляет 78–82% в пересчете на сухое вещество солода); разница в экстрактивности солода тонкого и грубого помола – этот показатель является индикатором степени растворения стенок крахмальных зерен эндосперма и является важным показателем модификации (растворения) солода (при низкой модификации >2,5% – слабое растворение солода, при 1,5–2,5% – нормальное и при <1,5% – высокое); фриабилиты – показатель цитолитической растворенности солода (нормальная величина – минимум 80%, суммарный процент целых и частично целых зерен не должен превышать 5%).

*Содержание сырого протеина* является определяющим фактором качества зерна пивоваренного ячменя. Слишком большое содержание белка уменьшает выход экстракта солода и осложняет переработку. Если содержание белков превышает 12%, то изменяется не только количество, но и качество белков. На содержание белка в зерне влияют многие факторы, например, дозы и формы удобрений, севооборот, почвы, распределение осадков и зрелость зерна.

*Вязкость пивного суслу* является показателем растворенности В-глюканов, белков и крахмала, она связана с растворением стенок клеток. Дает представление о деструкции низкомолекулярных соединений во время процесса соложения и о возможной сложности при осветлении и фильтрации пива. При показателе ниже 1,53 ср – очень хорошо, 1,53–1,61 ср – хорошо, 1,62–1,67 – посредственно и выше 1,67 ср – плохо. Чем ниже этот показатель, тем лучше растворяется солод. На этот показатель положительно или отрицательно влияют сорт, условия возделывания и время (год).

*Время осахаривания* характеризует качество солода: для солода нормального качества время осахаривания должно быть от 5 до 15 мин.

*Число Гартона (VZ 45)* – это число выводится по методу четырехразового затирания солода по Hartong-Kretsher. Существует четыре различные температуры смешивания – 20 и 45 °С (наиболее приемлемые), 65 и 80 °С. Число VZ 45 дает ссылку на общую ферментативную активность. Она, как правило, повышается параллельно растворению (освобождению) белка. Чем выше число VZ 45, тем лучше стабильность пива. Стремятся к показателю выше 38, а стандартный показатель – 38–40 °С, если оно менее 35%, это указывает на низкую активность протеолитических ферментов.

*Число Кольбаха* показывает степень растворения белка и степень протеолиза в солоде. Если процент растворимого азота составляет 41–42% – очень хорошо, 38–41% – хорошо, 35–38% – удовлетворительно, менее 35% – плохо.

*Мутность суслу* – этот показатель очень важен, так как он является также показателем мутности пива. Использование солода низкой модификации приводит к получению суслу с низкой мутностью, а перерастворение солода является одной из причин повышенной мутности. Мутность лабораторного суслу должна быть не более 2 ед. ЕВС.

Известно, что условия возделывания ячменя, системы применяемых удобрений определяют качество зерна и полученного солода, что в конечном итоге и определяет качество пива [1, 2].

Цель настоящего исследования – изучение влияния разных доз и форм комплексных удобрений с добавками микроэлементов на качественные показатели солода различных сортов пивоваренного ячменя.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований явились новые формы комплексных удобрений с модифицирующими добавками; смеси стандартных туков (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий), используемые в качестве базовых вариантов; пивоваренный ячмень сорта Атаман и сорта Бровар, включенные в Государственный реестр Республики Беларусь.

Исследования по изучению эффективности новых форм комплексных удобрений проводили в 2007–2010 гг. в полевых опытах:

– на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке (агрохимические показатели в пахотном горизонте следующие:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,57 (среднее по полю), содержание подвижного  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  – 338 и 370 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 916 и 109 мг/кг почвы, гумуса – 2,39%) с ячменем сорта Атаман в СПК «Щемяслица» Минского района Минской области;

– на дерново-подзолистой легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 0,5 м мореным суглинком почве ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,9–6,1, подвижного фосфора 230–252 мг/кг почвы, подвижного калия – 261–283 мг/кг почвы) с ячменем сорта Бровар в экспериментальной базе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино.

Площадь делянок в полевом опыте в СПК «Щемяслица» составляла 32 м<sup>2</sup>, учетная – 21 м<sup>2</sup>, в экспериментальной базе «Жодино» – 30 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>, повторность вариантов в опытах – 4-кратная.

Норма высева зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман и сорта Бровар составляла 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми технологическими регламентами возделывания пивоваренного ячменя по интенсивным технологиям [3, 4].

В почвенных образцах определяли:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  суспензии – потенциометрически на рН-метре ЛПЧ-01; подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову, общий гумус – по И. В. Тюрину в модификации ЦИНАО. Аналитическую обработку данных проводили общепринятыми методами [5].

Содержание белка в зерне определяли по ГОСТ 10846–91 [6], влажности – по ГОСТ 29144–91 [7], качество солода – по ГОСТ 29294–1992 [2]. Статистическую обработку результатов исследо-

ваний проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов и использованием программ дисперсионного анализа на ПЭВМ [8].

Температура воздуха и осадки по годам приведены по данным наблюдений Гидрометцентра и лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск). Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г. Т. Селянинову.

**Результаты и их обсуждение.** Общеизвестно, что погодные условия оказывают влияние на рост и развитие растений, урожайность и качество продукции.

Метеорологические условия – показатели температуры воздуха, количества осадков и рассчитанный гидротермический коэффициент за период вегетации ячменя (апрель–август) в 2007–2009 гг., как один из основных факторов, влияющих на рост, развитие растений, урожайность и качество продукции, – существенно отличались от среднееголетних значений, характеризующих оптимальные условия роста возделывания растений.

В СПК «Щемяслица» Минского района Минской области количество осадков за вегетационный период возделывания пивоваренного ячменя (апрель–август) значительно различались по годам: в 2007 г. их выпало 266,2 мм (в 1,36 раз ниже среднееголетних), 2008 г. – 596 (1,64 раза выше), 2009 г. – 414,7 (1,14 раза выше) и 2010 г. – 376,4 мм, т. е. на уровне среднееголетних (363,0 мм). Сумма температур выше 10 °С за вегетационный период была во все годы исследований выше среднееголетних, например, в 2007 г. – в 1,13 раза, в 2010 г. – 1,26 раза. Гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода ячменя изменялся в следующих пределах: 2007 г. – от 0,17 (август) до 2,27 (июль); 2008 г. – от 0,91 (июнь) до 4,25 (май); 2009 г. – от 0,12 (апрель) до 3,56 (июнь), а в 2010 г. – от 0,61 (май) до 1,96 (июнь). В среднем за вегетационный период ГТК составил: в 2007 г. – 1,14, в 2008 г. – 2,62, в 2009 г. – 1,83 и в 2010 г. – 1,44 при среднееголетнем 1,75. В целом вегетационный период 2007 г. характеризуется как слабозасушливый, 2008 и 2009 г. – влажный, 2010 г. – близкий к среднееголетним.

В п. Жодино (РУП «Научно-практический центр НАН по земледелию») количество осадков за вегетационный период возделывания пивоваренного ячменя (апрель–июль) также различалось по годам: в 2007 г. их выпало 226 мм, 2008 г. – 295, 2009 г. – 314,5 и в 2010 г. – 411,9 мм при среднееголетнем 262 мм. Сумма температур выше 5 °С за вегетационный период во все годы исследований была выше среднееголетних (1667,4–1963,4 °С). ГТК в среднем за вегетационный период составил: в 2007 г. – 1,33, в 2008 г. – 1,77, в 2009 г. – 1,88 и в 2010 г. – 2,10 при среднееголетнем 1,62.

Приведенные данные показывают, что погодные условия при возделывании пивоваренного ячменя различались как по годам, так и в течение вегетационных периодов, отмечались как засушливые, так и влажные периоды, что по-разному сказывалось на росте и развитии растений и качестве солода.

В условиях 2007 г. экстрактивность солода тонкого помола (максимальное количество экстракта, извлеченное из солода) из зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман, полученного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в зависимости от применяемых форм удобрений находилась в пределах 77,6–80,3%. Почти во всех вариантах опыта с использованием как стандартных удобрений (вариант 2), так и комплексных удобрений с добавками микроэлементов (меди и марганца, бора) при различных соотношениях элементов питания в удобрениях этот показатель соответствовал норме (78–82% в пересчете на сухое вещество солода), за исключением варианта, где применялись смеси стандартных туков (вариант 3) (табл. 1).

Показатель «разница в экстрактивности солода тонкого и грубого помола», свидетельствующий о модификации (растворении) солода, в зависимости от применяемых удобрений был в пределах 1,3–2,0 (при нормальном растворении солода 1,5–2,5%). Высокая модификация солода (меньше 1,5%) отмечалась в вариантах с применением смеси стандартных удобрений (вариант 3); комплексного NPK с Cu, Mn и B – 10:16:19 (вариант 10); комплексного NPK – 8:14:20 (вариант 11).

Время осахаривания солода (10 мин), а также кислотность суслу (0,92–1,20 см<sup>3</sup>) во всех вариантах соответствовали норме. Лучшими удобрениями, которые обеспечивали цветность в пределах нормы (4 ед. ЕБС) были NPK с микроэлементами следующих марок: 10:13:19; 13:19:25; 13:15:20 и 9:13:18.

Таблица 1. Влияние комплексных удобрений на качественные показатели солода из зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман, возделываемого на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, СПК «Щемяслица», Минский район, 2007 г.

Вариант опыта	Е2, % (АСВ)		Разность массовых долей экстракта, %	Осахаривание, мин	Цвет сусле, ЕБС	Кислотность сусле, см <sup>3</sup>	Вязкость, мПа·с	Массовая доля белковых веществ в АСВ солода, %	Число Кольбаха	Число Гартонга, РЕ 45	Фриабильность солода, %	Стекловидность солода, %
	тонкий помол	грубый помол										
1. Контроль без удобрений	79,1	77,6	1,5	10	3,5	0,94	1,21	8,12	37,92	38,59	67,3	0
3. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	78,9	77,6	1,3	10	4,0	0,92	1,21	9,25	37,67	37,69	63,6	0
5. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	77,6	75,8	1,8	10	5,0	0,92	1,14	10,15	37,31	34,89	46,9	0
7. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	78,1	76,4	1,7	10	5,0	1,0	1,17	9,56	37,49	35,78	51,8	0
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	78,4	76,4	2,0	10	4,0	0,92	1,17	10,25	37,63	34,65	56,4	0
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	79,2	77,7	1,5	10	4,0	0,98	1,11	11,44	38,46	37,42	49,8	0
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu, Mn и B, 10:16:19	80,3	79,0	1,3	10	5,0	0,98	1,09	9,50	38,49	38,16	67,0	1,0
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	78,2	76,9	1,3	10	5,0	0,98	1,08	10,69	37,84	37,16	50,8	1,0
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	77,8	76,3	1,5	10	4,0	1,2	1,11	11,19	37,75	34,52	51,0	0
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:13:18	78,5	77,0	1,5	10	4,0	1,2	1,09	11,0	38,05	35,81	48,7	0
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	78,2	76,3	1,9	10	4,1	0,98	1,10	11,1	38,02	35,04	49,0	1,0
Норма*	78–82		До 2,5	Не более 20	До 4,0	0,9–1,2	До 1,63	8–11,5	38–41	35–40		До 5

\* Оптимальное значение.

Вязкость суслу по вариантам опыта была очень хорошей и изменялась в пределах от 1,08 до 1,21 мПас. Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода на контрольном варианте составила 8,12%, а в вариантах с удобрениями – от 9,25 до 11,44%, что соответствовало норме.

Число Кольбаха, характеризующее степень растворения белка в солоде, в вариантах с комплексными удобрениями с микроэлементами при марках удобрения 13:19:25, 10:16:19 и 9:13:18 составляло выше 38% растворимого азота, что характеризовало качество солода как хорошее, в остальных вариантах этот показатель был несколько выше 37%, но ниже 38%, т. е. качество солода было удовлетворительное.

Число по Гартону в двух вариантах опыта – на контроле (вариант 1) и с внесением комплексного удобрения марки 10:16:19 (вариант 10) – соответствовало стандартному показателю (выше 38%), в вариантах 3, 9, 11 приближалось к стандартному показателю (37, 16–37, 69%). Однако в отдельных вариантах опыта это значение было меньше 35%, что свидетельствовало о низкой ферментативной активности солода.

Фриабильность солода в зависимости от вариантов опыта находилась в пределах от 46,9 до 67,3% и была заниженной по сравнению с нормальной величиной (минимум 80%). Стекловидность солода во всех вариантах была хорошей и ни в одном из них не превышала допустимого показателя (5%).

В условиях 2008 г. содержание белка во всех вариантах опыта соответствовало стандарту и находилось в зависимости от удобрений в пределах 9,0–10,12% (табл. 2).

От белковости зерна зависит и основной технологический показатель качества солода – экстрактивность. В тонком помоле экстрактивность – E2 (АСВ) изменялась от 75,6 до 77,7% и была несколько заниженной по сравнению с допускаемыми пределами (78–82%), а в грубом помоле – от 73,1 до 75,9%. Разность массовых долей экстракта солода тонкого и грубого помола в зависимости от применяемых удобрений была в пределах 1,3–2,9 (при нормальном растворении солода 1,5–2,5%).

Высокая модификация солода (меньше 1,5%) отмечалась в варианте с применением комплексного NPK = 10:16:19 с Cu, Mn и B (вариант 10). Низкое его растворение наблюдалось на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений (2,9%).

Продолжительность осахаривания суслу во всех вариантах с удобрениями и на контроле находилась в пределах нормы (15–20 мин.).

Что касается цветности и стекловидности солода, то во всех вариантах опыта они соответствовали допускаемым значениям. Кислотность суслу находилась в пределах 0,88–1,14 см<sup>3</sup> (при норме от 0,8 до 1,2 см<sup>3</sup>), вязкость была 1,09–1,22 мПас. Оба показателя соответствовали допускаемым стандартам.

Число Кольбаха несколько меньше (на 0,33–5,91 ед.) нижнего значения нормативного показателя (38%), показатель PE 45 С (по Гартону) ниже на 3,76–9,31 ед. относительно нижнего предела оптимума (35%), фриабильность солода также была ниже (на 20–31%) допускаемого уровня (85%). Снижение вышеуказанных показателей, ниже допускаемых пределов, по-видимому, свидетельствует о не совсем полном растворении эндосперма при солодоращении. Это отразилось и на прозрачности солода (прозрачный солод был только в трех вариантах с применением NPK = 10:13:19 с S, Cu, Mn и B (вариант 8), NPK = 13:19:25 с Cu, Mn (вариант 9) и NPK = 8:14:20 с Cu и Mn (вариант 11)).

Качество солода из зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман урожая 2009 г. приведено в табл. 3.

В тонком помоле экстрактивность – E2 (АСВ) изменялась от 76,1 до 78,7%, в грубом помоле – 73,7–76,9%.

В норме были следующие показатели солода: разница массовых долей солода (1,8–2,4%), «осахаривание» (15 мин.), кислотность суслу (0,96–1,12 см<sup>3</sup>), вязкость (1,06–1,13 мПас) и стекловидность солода. Процент сырого белка в АСВ солода находился в оптимальных значениях (9,88–11,38%).

Такой показатель, как цветность, был несколько выше (4,5–5,5) нормативного значения (до 4,0). Число Кольбаха, PE 45 С (по Гартону), а также фриабильность солода, как и в 2008 г., были ниже допускаемых пределов.



Таблица 2. Влияние комплексных удобрений на качественные показатели солода из зерна пивоваренного ячменя сорта Агаман, возделываемого на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, СПК «Шемьслица», Минский район, 2008 г.

Вариант опыта	Е2, % (АСВ)		Разность массовых долей экстракта, %	Осахаривание, мин	Прозрачность*	Цвет сусле, ЕБС	Кислотность сусле, см <sup>3</sup>	pH сусле	вязкость, мПас	Массовая доля белковых веществ в АСВ солода, %	Число Кольбаха	Число Гартонга, РЕ 45	Фриабильность солода, %	Стекловидность солода, %
	Тонкий помол	Грубый помол												
1. Контроль (без удобрений)	76,0	73,1	2,9	15	О	3,5	0,92	5,85	1,09	9,38	32,09	25,69	59	0
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	77,7	75,5	2,2	15	О	3,0	0,98	5,83	1,10	9,25	37,67	28,74	65	2
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	76,2	73,3	2,9	15	О	3,5	0,88	5,91	1,22	9,69	33,23	26,81	55	0
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	76,7	74,1	2,6	15	О	4,0	1,14	5,88	1,17	9,0	35,89	27,87	57	3
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	77,6	75,9	1,7	15	П	4,0	1,06	5,82	1,12	9,50	35,47	29,80	62	0
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	77,7	75,5	2,2	15	П	4,5	1,00	5,80	1,14	9,69	35,91	31,24	59	1
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu, Mn и В, 10:16:19	75,6	74,3	1,3	15	О	3,5	0,92	5,83	1,11	10,12	32,11	30,54	57	2
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	75,9	73,9	2,0	15	П	4,0	1,04	5,85	1,13	9,75	35,90	30,40	54	2
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	75,7	73,5	2,2	15	О	3,5	1,04	5,82	1,18	9,62	33,89	28,65	61	1
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:13:18	75,9	73,8	2,1	20	О	3,5	0,98	5,83	1,13	9,62	33,89	28,55	61	0
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	75,9	73,8	2,1	20	О	3,5	0,98	5,83	1,13	9,62	33,89	28,55	61	0

\* О – опалистует (не совсем прозрачный); П – прозрачный. То же для табл. 3–5.

Таблица 3. Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов на качество солода из зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман, возделываемого на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, СПК «Щемяслица», Минский район, 2009 г.

Вариант опыта	Е2, % (АСВ)		Разность массовых долей экстракта, %	Осахаривание, мин	Прозрачность*	Цвет сусла, ЕБС	Кислотность сусла, см <sup>3</sup>	рН сусла	Вязкость, мПа·с	Массовая доля белковых веществ в АСВ солода, %	Число Кольбаха	Число Гартонга, РЕ 45	Фриабильность солода, %	Стекловидность солода, %
	Тонкий помол	Грубый помол												
1. Контроль (без удобрений)	78,7	76,9	1,8	15	П	5,0	0,96	5,97	1,11	9,88	38,41	31,95	58	0
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	76,1	74,1	2,0	15	П	4,5	1,04	5,92	1,06	9,94	37,36	33,10	58	0
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	76,7	74,3	2,4	15	П	5,5	1,08	5,93	1,07	10,62	36,25	30,58	49	0
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	76,8	74,6	2,2	15	П	5,0	1,08	5,90	1,12	10,50	38,29	31,33	50	0
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	76,6	74,6	2,0	15	П	4,5	1,04	5,92	1,10	11,12	34,51	30,42	47	0
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	76,1	73,7	2,4	15	П	5,0	1,12	5,94	1,09	11,19	35,47	31,46	50	0
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu, Mn и В, 10:16:19	76,7	74,3	2,4	15	П	5,5	1,08	5,93	1,07	10,62	36,25	30,58	49	0
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	76,3	74,1	2,2	15	П	5,5	1,16	6,00	1,10	11,38	35,58	32,23	48	0
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	76,6	74,2	2,4	15	П	5,0	1,04	5,94	1,11	11,06	34,44	30,17	46	0
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:13:18	77,4	75,2	2,2	15	П	5,0	1,08	5,76	1,13	10,88	36,86	31,89	50	0
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	77,9	75,6	2,2	15	П	4,5	1,04	5,98	1,10	10,50	36,67	31,49	51	0

Таблица 4. Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов на качество солода из зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман и сорта Бровар, 2010 г.

Вариант опыта	Влажность, %	Е2, % (АСВ)		Разность массовых долей экстракта, %	Осахаривание, мин	Прозрачность*	Цвет суелы, ЕБС	Кислотность суелы, см <sup>3</sup>	pH суелы	Вязкость, мПас	Массовая доля белковых веществ в АСВ солода, %	Число Кольбаха	Число Гартонга, PE 45	Фриабильность солода, %	Стекловидность солода, %
		Тонкий помол	Грубый помол												
<i>Сорт Атаман, СПК «Щемьслица»</i>															
1. Контроль (без удобрений)	5,4	73,9	70,7	3,2	15	П	5,0	1,46	5,77	1,04	12,5	37,6	35,3	45	2
3. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	5,8	74,6	71,8	2,8	10	П	5,5	1,42	5,78	0,95	13,1	38,2	38,6	51	2
5. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	5,5	74,4	70,9	3,5	10	П	5,5	1,40	5,78	0,96	12,9	36,8	35,7	46	2
7. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	5,5	74,5	71,4	3,1	15	П	6,5	1,44	5,77	0,96	12,4	39,2	37,9	48	4
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	4,9	73,7	69,3	4,4	20	П	7,5	1,48	5,85	1,00	13,1	39,3	37,8	51	2
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	4,6	73,6	70,8	2,8	20	П	8,0	1,46	5,85	0,98	12,9	39,6	37,2	45	1
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu, Mn и В, 10:16:19	4,9	74,0	69,4	4,6	20	П	7,5	1,40	5,85	0,98	13,1	38,4	36,9	49	3
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	4,8	73,5	70,5	3	20	П	7,5	1,36	5,87	0,98	13,2	37,7	36,1	50	5
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:13:18	6,2	74,6	70,1	4,5	10	П	5,5	1,34	5,93	1,10	13,0	35,6	33,9	41	5
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> – комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	6,0	74,6	70,8	3,8	15	П	5,0	1,34	5,93	0,96	13,4	34,8	35,9	45	2
<i>Сорт Бровар</i>															
3. N <sub>60</sub> P <sub>14</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	5,2	77,1	76,0	1,1	>20	П	10,0	1,24	5,94	0,98	10,5	46,7	43,9	65	2
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	5,1	78,1	75,7	2,4	>20	П	14,0	1,44	5,82	1,01	10,5	48,0	40,5	63	2
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с Cu, Mn и В, 10:16:19	5,5	78,4	76,9	1,5	>20	П	16,0	1,54	5,78	0,98	10,9	51,2	45,6	71	2
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	5,1	78,0	76,7	1,3	>20	П	16,0	1,48	5,82	0,98	10,1	49,3	44,7	68	0



В условиях 2010 г. была проведена сравнительная оценка качества солода пивоваренного ячменя сорта Атаман и сорта Бровар, возделываемых на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с применением в отдельных вариантах опытов одних и тех же форм комплексных удобрений. Следует отметить, что в условиях этого года получен и самый низкий урожай ячменя сорта Атаман, что сказалось и на качестве солода (табл. 4).

Экстрактивность солода тонкого помола из зерна ячменя сорта Атаман в зависимости от вариантов опыта находилась в пределах 73,5–74,6%, из зерна сорта Бровар – 77,1–78,4%. Из этих показателей следует, что максимальное количество экстракта, извлеченное из солода ячменя сорта Бровар, было выше, чем сорта Атаман, и приближалось к значениям нижнего нормативного показателя (78%).

Показатель «разница в экстрактивности солода тонкого и грубого помола», в зависимости от применяемых удобрений на ячмене сорта Атаман, был в пределах 2,8–4,6%, на ячмене сорта Бровар – от 1,1 до 2,4% (при нормальном растворении солода 1,5–2,5%).

Время осахаривания солода из зерна ячменя сорта Атаман составляло 10–20 мин, сорта Бровар – более 20 мин, что не в полной мере соответствовало нормативному.

Солод был прозрачным во всех вариантах с удобрениями и на контроле как с ячменем сорта Атаман, так и сорта Бровар. Прозрачность и стекловидность солода, вязкость суслу по вариантам опытов как у ячменя сорта Атаман, так и у сорта Бровар удовлетворяли требуемым стандартам.

В условиях 2010 г. цветность солода как у ячменя сорта Атаман (от 5,0 до 8,0 ед. ЕБС), так и сорта Бровар (10,0–16,0 ед. ЕБС) не соответствовала пределам нормы (до 4 ед. ЕБС).

У солода из обоих сортов ячменя вязкость была очень хорошая и изменялась в пределах 0,95–1,10 мПас, стекловидность – 0–5 (при нормативе до 5%).

Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода ячменя сорта Атаман в условиях 2010 г. превышала допустимые значения (12,4–13,4), а у солода из ячменя сорта Бровар соответствовала норме (10,1–10,9%). Что касается кислотности суслу, числа Кольбаха, числа по Гартонгу и фриабильности солода, то эти показатели в основном не соответствовали требуемым стандартам.

Сравнительные показатели качества солода пивоваренного ячменя сорта Атаман и сорта Бровар при включении их в Государственный реестр Республики Беларусь и испытании после регистрации, приведенные в табл. 5, свидетельствуют, что в период исследований (2008–2010 гг.) у сорта Бровар несколько лучшими, чем у сорта Атаман, были значения следующих показателей: экстрактивность в тонком помоле, число Кольбаха, число по Гартону и фриабильность солода.

Таблица 5. Сравнительные показатели качества солода сортов пивоваренного ячменя Атаман и Бровар при включении их в Государственный реестр и испытании после регистрации (средние данные по ГСС и ГСУ Республики Беларусь)

Показатель, годы	Влажность, %	Экстрактивность Е, % (АСВ) в тонком помоле	Разность массовых долей долей экстракта, %	Осахаривание, мин	Прозрачность	Цвет суслу, ЕБС	Кислотность суслу, см <sup>3</sup>	Вязкость, мПас	Массовая доля белковых веществ в АСВ солода, %	Число Кольбаха	Число Гартонга, РЕ 45	Фриабильность солода, %	Стекловидность солода, %
Предельная норма для солода пивоваренного ячменя	5,0	78,0	2,5	20	П	4,0	1,2	1,63	11,5	38	35	80	5
<i>Сорт Атаман</i>													
1996–1998	4,6	80,1	2,0	15	П	3,5	1,0	1,3	11,2	39	37	76	3
2008–2010	4,8	75,1	2,5	15	П	3,8	1,0	1,2	10,6	33	31	53	3
<i>Сорт Бровар</i>													
2004–2006	4,6	80,4	2,6	20	П	3,8	–	1,27	10,3	40	39	63	2
2008–2010	4,9	78,0	1,7	15	П	4,9	1,0	1,1	10,9	39	36	59	3

Применение вышеуказанных форм комплексных удобрений с добавками микроэлементов в технологии возделывания пивоваренного ячменя (2007–2010 гг.) обеспечило увеличение урожайности зерна на 3,3–6,1 ц/га (при урожайности 60,2–60,0 ц/га ячменя сорта Атаман и 42,7–46,0 ц/га сорта Бровар) по сравнению со смесями стандартных туков. Лучшими марками комплексных удобрений с микроэлементами на этих почвах оказались: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19, поскольку обеспечили прибавку зерна в пределах 4,2–6,1 ц/га с показателями качества зерна (содержания белка, крахмала) на уровне требуемых стандартов.

### Выводы

1. Качество солода зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман (2007–2010 гг.) в большинстве вариантов с комплексными удобрениями с модифицирующими добавками характеризовалось как положительное и соответствовало требуемым стандартам: по проценту сырого белка в АСВ солода (за исключением 2010 г., где этот показатель в отдельных вариантах не соответствовал стандарту); разности массовых долей экстракта (до 2,5%), осахариванию (15 мин), кислотности сусла (0,8–1,2 см<sup>3</sup>), стекловидности солода (до 5%) и вязкости (до 1,63мПа·с), и не вкладывались в нормативные показатели отдельные варианты в 2008–2010 гг. по числу Кольбаха, числу Гартонга (PE 45С) и фриабильности солода.

2. Применение новых форм комплексных удобрений с добавками микроэлементов в технологии возделывания пивоваренного ячменя обеспечило увеличение урожайности зерна на 3,3–6,1 ц/га (при урожайности 60,2–60,0 ц/га ячменя сорта Атаман и 42,7–46,0 ц/га сорта Бровар) по сравнению со смесями стандартных туков. Лучшими марками комплексных удобрений с микроэлементами на этих почвах оказались: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19, так как обеспечили прибавку зерна в пределах 4,2–6,1 ц/га, показатели качества зерна (содержания белка, крахмала) при этом находились на уровне требуемых стандартов.

### Литература

1. Фертман Г. И. Справочник для работников лабораторий пивоваренных заводов / Г. И. Фертман, Л. В. Муравицкая. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 208 с.
2. Солод пивоваренный ячменный: ГОСТ 29294–1992. – Введ. 01.06.93. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 20 с.
3. Гриб С. И. Ячменному полю – интенсивные сорта / С. И. Гриб. – Минск: Ураджай, 1992. – 158 с.
4. Ячмень пивоваренный: ГОСТ 5060–86. – Введ. 01.07.88. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – С. 9–13.
5. Соколов, А. В. Агрохимические методы исследования почв / А. В. Соколов. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
6. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка: ГОСТ 10846–1991. – Введ. 01.06.1993. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – С. 18–23.
7. Зерно и зернопродукты. Определение влажности (базовый контрольный метод): ГОСТ 29144–1991. – Введ. 01.10.92. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 9 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

*G. V. PIRAHOUSKAYA, A. P. GRIBKO, S. V. PHILIPENKO*

### INFLUENCE OF BREWING BARLEY FERTILIZATION ON TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MALT

#### Summary

The results of the experiments on sod-podzol light loamy soil with a high fertility level on the study of the influence of different forms of complex fertilizers with additives of microelements (copper and manganese) with their application in soil on the yield and quality of malt from brewing barley grain of ataman and browar varieties show that the application of new forms of fertilizers with additives of microelements in the technology of brewing barley cultivation ensures the increase of yield by 3.3-6.1 c/ha (with the yield of 60.2-60.0 c/ha of ataman barley and by 42.7-46.0 c/ha of browar barley) in comparison with the mixtures of standard fertilizers. The best complex fertilizers with microelements on these soils are the following: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19. They ensure the grain increase within 4.2-6.1 c/ha and quality grain indices (protein and starch content) and malt on the level of required standards.