

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сб. науч. материалов / НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции; под ред. М.А. Кадырова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 304 с.
2. Комбикорма и кормовые добавки: справ. пособие / В.А. Шаркунов [и др.]. – Минск: «Экоперспектива», 2002. – 440 с.
3. Детковская, Л.П. Влияние удобрений на урожай и качество зерна / Л.П. Детковская, Е.М. Лимантова. – Минск: Ураджай, 1987. – 135 с.
4. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.] / НАН Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2005. – 14 с.
5. Серая, Т.М. Эффективность применения органических и минеральных удобрений под озимое тритикале на дерново-подзолистых почвах / Т.М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2(43). – С. 110-119.
6. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.
7. Минеев, В.Г. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / В.Г. Минеев, А.Н. Павлов. – М.: Колос, 1981. – 288 с.

**INFLUENCE OF FERTILIZER ON THE CONTENT  
OF GRAIN WINTER TRITICALE ON SOD-PODZOLIC SOILS**

**T.M. Seraya, E.G. Mezentseva, E.N. Bogatyreva,  
O.M. Biryukova, R.N. Biryukov, M.E. Rodina**

**Summary**

The results of investigations of quality of the content grain winter triticales cultivation on sod-podzolic light loamy and loamy sandy soils depending on using organic and mineral fertilizing are revealed.

*Поступила 21 октября 2010 г.*

УДК 631.8:633.16

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ  
В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ**

**Г.В. Пироговская<sup>1</sup>, А.М. Русалович<sup>1</sup>, О.П. Сазоненко<sup>1</sup>, В.И. Сороко<sup>1</sup>,  
О.И. Исаева<sup>1</sup>, С.С. Хмелевский<sup>1</sup>, Филипенко С.В.<sup>2</sup>, Сенченко В.Г.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

*<sup>2</sup>Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,  
г. Жодино, Беларусь*

**ВВЕДЕНИЕ**

Программой «Развитие пивоваренной отрасли Республики Беларусь на 2006-2010 гг.» определена потребность в пивоваренном ячмене для производ-

ства солода в количестве 150-170 тыс. тонн, что составляет примерно 6-8% от общего производства ячменя. Основным требованием пивоваренной промышленности является получение зерна ячменя высокого качества. Использование сырья с неудовлетворительными технологическими показателями в пивоваренной промышленности ведет к перерасходу зерна и получению некачественной продукции. Например, увеличение экстрактивности зерна на 1% позволяет с 1 тонны перерабатываемого солода получить дополнительно до 100 литров пива.

В соответствии с требованием ГОСТа 5060-86 «Ячмень пивоваренный», зерно пивоваренных сортов ячменя (1 класс) должно быть: светло-желтым, или желтым, крупность (остаток зерна в сходе с сита 2,5x20 мм) – не менее 85%, мелких зерен (остаток зерна в сходе с сита 2,2x20 мм) – не более 5%, способность прорастания – не менее 95%, содержание белка – не более 12%, крахмала – 60-70%, экстрактивных веществ – 78-82%, влаги – не более 15%, сорной примеси – не более 1%, зерновой примеси – не более 2%, мелких зерен – не более 5%; 2 класс: цвет – светло-желтый, желтый или серовато-желтый, крупность – не менее 60%, мелких зерен – не более 7%, способность прорастания – не менее 90%, содержание белка – не более 12%, содержание крахмала – 60-70% и экстрактивных веществ – 78-82% [1].

Согласно ТУ ВУ 190239501.773-2010 (взамен ТУ РБ 190239501.050-2003) по органолептическим показателям ячмень должен соответствовать следующим требованиям [2]:

– *базисная норма* (норма, в соответствии с которой проводят расчет на заготовливаемое зерно ячменя) – запах чистый, свежий, свойственный нормальному зерну ячменя; цвет – светло-желтый, желтый, ровный с блеском; состояние – здоровый, не греющийся;

– *ограничительная норма* – не допускается присутствие затхлого, солодового, гнилостного, плесневелого, и других несвойственных ячменю запахов; цвет серовато-желтый, потемневшие кончики – не более 5%.

По физико-химическим показателям ячмень должен соответствовать требованиям:

– *базисная норма*: влажность – 14,5%; содержание белка – 11,5%; крупность – 90%; содержание мелких зерен – 5%; способность прорастания – 95%; жизнеспособность, не менее – 95%;

– *ограничительная норма*: влажность – не более 15,5%; содержание белка – не более 12%; крупность – не менее 75%; содержание мелких зерен – не более 7%; способность прорастания – не менее 90%; жизнеспособность – 95%.

В странах ЕС основные требования показателей качества, предъявляемые к зерну пивоваренного ячменя, следующие: цвет должен быть светло-желтый, крупность – не менее 90%, содержание мелкого зерна – не более 3%, способность прорастания – не менее 97%, содержание белка – не более 9,0-11,5%, экстрактивность – 78-80% [3].

Известно, что высокое содержание белка (>12%) в зерне ячменя ухудшает пивоваренные качества, снижает содержание крахмала, что, в свою очередь, уменьшает экстрактивность, а пиво, полученное из такого зерна, имеет меньшую прозрачность.

На качество зерна пивоваренного ячменя оказывают влияние агротехнические факторы: выбор почвы, предшественника, обработка почвы, сорт, норма высева и сроки сева, глубина заделки семян, уход за посевами и т.д. Нарушение

агротехнических требований обычно приводит к низкому качеству зерна ячменя (меняется цвет, крупность семян, содержание белка, экстрактивность и т.д.). Совершенствование интенсивных технологий возделывания пивоваренного ячменя на основе оптимизации лимитирующих факторов, должно обеспечить получение максимальной урожайности при высоком качестве продукции.

Почвенно-климатические условия Республики Беларусь в основном благоприятны для возделывания ячменя для пивоваренной промышленности, особенно, в центральных и северных областях. В республике возделываются в основном пивоваренные сорта ячменя: Атаман, Визит, Гастинец, Зазерский 85, Сябра, Сталы, Талер, Бровар селекции РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию» и сорта зарубежной селекции: Тюрингия, Филадельфия, Ксанаду (ФРГ), Антьяго (Австрия), Стратус (Польша), Сильфид (Франция), обеспечивающие высокую урожайность зерна.

Минеральные удобрения являются одним из факторов, от которого, в большей степени, зависит уровень урожайности и качество продукции. В республике, при возделывании пивоваренного ячменя, в основном, используются стандартные удобрения (аммонизированный суперфосфат, или аммофос и хлористый калий), которые вносятся в почву в зависимости от планируемой урожайности и содержания фосфора и калия в почве. Азотные удобрения вносятся весной – под предпосевную обработку почвы в дозах от 45-60 до 80-90 кг/га д.в., фосфорные – в основную обработку почвы в дозах от 30 до 120 кг/га д.в. и калийные – 120-160 кг/га д.в. [4].

Важнейшей задачей стоящей перед сельскохозяйственным производством является дальнейшее совершенствование интенсивных технологий возделывания пивоваренного ячменя на основе оптимизации режима минерального питания с внесением удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания.

Цель исследований (2007-2010 гг.) – разработать и изучить влияние разных форм и доз комплексных удобрений с добавками микроэлементов на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя.

Для пивоваренного ячменя РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и ОАО «Гомельский химический завод» разработаны комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения с различным соотношением элементов питания для почв различного уровня плодородия. Они технологичны в применении, содержат в одной грануле макро- (азот, фосфор, калий), микроэлементы (медь, марганец), гарантируют получение высокого урожая зерна с хорошими технологическими показателями.

В статье приводятся данные по влиянию разных форм и доз комплексных удобрений с добавками микроэлементов на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА 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 (в Госреестре с 2007 г.).

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, со следующими агрохимическими показателями в пахотном горизонте: рН в КСl – 5,51-6,06 (среднее по полям), содержание подвижного  $P_2O_5$  – 316-414 и  $K_2O$  – 153-312 мг/кг почвы, обменного кальция – 998-1090 и магния – 105-178 мг/кг почвы, гумуса – 2,12-2,38% (СПК «Щемяслица» Минского района Минской области);

– дерново-подзолистой легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 0,5 м мореным суглинком, почве: рН 5,9-6,1, содержание подвижного фосфора – 230-252 мг/кг почвы, подвижного калия – 261-283 мг/кг почвы, гумуса – 1,98%, (экспериментальная база 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-х кратная.

Посев ячменя проводили в апреле (2007 и 2009 г. – 17-18.04, 2008 г. – 23.04. и 2010 г. – 26.04), уборку – в августе (3.08-13.08). Норма высева зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман (СПК «Щемяслица») и Бровар (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») составляла 4,5 млн. всх. семян/га.

Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми технологическими регламентами и учетом рекомендаций по интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур [5, 6].

В опытах применяли интегрированную защиту растений ячменя, включающую следующие мероприятия: предпосевную обработку семян препаратом Ламадор в дозе 0,2 л/т; обработку посевов гербицидами – «лонтрелом» в дозе 0,6 л/га и «агритоксом» в дозе 0,8 л/га, некорневую обработку посевов ячменя микроэлементами в форме солей, или удобрением жидким комплексным с микроэлементами (Cu, Mn) с хелатной форме, фунгицидную обработку от болезней препаратом Фоликур в дозе 1 л/га.

В почвенных образцах определяли: рН в КСl суспензии – потенциометрически на рН – метре ЛПЧ-01; подвижные формы фосфора и калия (0,2 н НСl) – по А.Т. Кирсанову, общий гумус – по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО [7].

Содержание белка в зерне определяли по ГОСТ 10846-91 [8], влажность – по ГОСТ 29144-91 [9].

Урожайность зерна и соломы пивоваренного ячменя приведена при стандартной влажности (зерно – 14%, солома – 17%).

Статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов и использованием программ дисперсионного анализа на ЭВМ [10].

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

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

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

## Плодородие почв и применение удобрений

Показатели температуры воздуха, количества осадков и рассчитанный гидротермический коэффициент за период вегетации ячменя (апрель-июль) в 2007-2010 гг. существенно отличались от среднемноголетних значений, которые характеризуют, в некотором приближении, оптимальные условия роста и развития растений (табл. 1).

В СПК «Щемяслица» Минского района Минской области количество осадков за вегетационный период возделывания пивоваренного ячменя (апрель-июль) значительно различались по годам: в 2007 г. их выпало 255,8 мм и они были примерно на уровне среднемноголетних (280 мм), 2008 г. – 478,1 (1,71 раз выше среднемноголетних), 2009 г. – 360,4 (1,29 раза выше) и 2010 г. – 315,7 мм, (1,13 раз выше). Сумма температур выше 5°C за вегетационный период была во все годы исследований выше среднемноголетних, например, в 2007-2009 гг. – в 1,08-1,10 раза, в 2010 г. – 1,25 раз.

Гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода ячменя изменялся в пределах: 2007 г. – от 0,40 (апрель) 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 гидротермический коэффициент составил: в 2007 г. – 1,49, в 2008 г. – 2,80, 2009 г. – 2,12 и 2010 г. – 1,61, при среднемноголетнем – 1,78. В целом, вегетационный период 2007 г. характеризуется как слабозасушливый, 2008 и 2009 – влажный, 2010 г. – близкий к среднемноголетнему (табл. 1).

Таблица 1

### Температура воздуха, количество осадков и гидротермический коэффициент за период апрель-август в СПК «Щемяслица» Минского района, 2007-2010 гг.

Год	Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	За 4-7 месяц
СПК «Щемяслица» Минского района						
2007	Осадки, мм	6,6	81,1	44,1	124	255,8
	t °С	6,5	14,3	18,6	17,6	14,3
	Сумма t ° > 5-10 °С	164	452	559	546	1721
	ГТК	0,40	1,79	0,79	2,27	1,49
2008	Осадки, мм	106,4	157,1	45,3	169,3	478,1
	t °С	9,3	11,9	16,6	18,2	14,0
	Сумма t ° > 5-10 °С	277,7	369,8	496,5	563,6	1707,6
	ГТК	3,83	4,25	0,91	3,00	2,80
2009	Осадки, мм	3,1	30,9	169,8	156,6	360,4
	t °С	8,6	12,5	15,9	18,6	13,9
	Сумма t ° > 5-10 °С	258,0	387,5	477,0	576,6	1699,1
	ГТК	0,12	0,80	3,56	2,72	2,12
2010	Осадки, мм	15,9	88,9	103,5	107,4	315,7
	t °С	8,7	14,6	18,4	22,6	16,1
	Сумма t ° > 5-10 °С	261,0	452,6	552,0	700,6	1966,2
	ГТК	ГТК	0,61	1,96	1,88	1,61
Средне- много- летнее	Осадки, мм	48	61	81	90	280,0
	t °С	5,3	12,4	16,1	17,6	12,9
	Сумма t ° > 5-10 °С	159,0	384,4	483,0	545,6	1572
	ГТК	3,02	1,59	1,68	1,65	1,78

Год	Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	За 4-7 месяц
РУП «Научно-практический центр НАН по земледелию» (опытное поле НПЦ НАН Беларуси по земледелию)						
2007	Осадки, мм	17	69	44	96	226
	t °С	6,2	13,9	18,3	17,3	13,9
	Сумма t <sup>0</sup> > 5-10 °С	186	430,9	549	536,3	1702,2
	ГТК	0,91	1,60	0,80	1,79	1,33
2008	Осадки, мм	74,8	86,8	28	105,4	295
	t °С	9,1	11,3	16,1	18,1	54,6
	Сумма t <sup>0</sup> > 5-10 °С	273	350,3	483	561,1	1667,4
	ГТК	2,74	2,48	0,58	1,88	1,77
2009	Осадки, мм	6,9	115,4	134,6	57,6	314,5
	t °С	8,3	12,4	15,7	18,3	13,7
	Сумма t <sup>0</sup> > 5-10 °С	249	384,4	471	567,3	1671,7
	ГТК	0,28	3,00	2,86	1,02	1,88
2010	Осадки, мм	35,2	110,1	135,2	131,4	411,9
	t °С	8,3	14,7	18,5	22,7	16,1
	Сумма t <sup>0</sup> > 5-10 °С	249	455,7	555	703,7	1963,4
	ГТК	1,41	2,42	2,44	1,87	2,10
Средне- много- летнее	Осадки, мм	45	58	77	82	262
	t °С	5,7	12,9	16,3	17,9	13,2
	Сумма t <sup>0</sup> > 5-10 °С	171	399,9	489	554,9	1614,8
	ГТК	2,63	1,45	1,57	1,48	1,62

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

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

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощных лессовидных суглинках, с высокими агрохимическими показателями в пахотном слое в СПК «Щемяслица» Минского района урожайность зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман в условиях 2007-2010 гг. изменялась в зависимости от форм и доз применяемых комплексных удобрений (табл.2).

**В слабозасушливом 2007 г.** (засушливые периоды отмечались в апреле и июне) урожайность зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощных лессовидных суглинках, незначительно изменялась от форм применяемых комплексных удобрений. На контрольном варианте без применения удобрений урожайность составила 46,6 ц/га, при полном минеральном удобрении с внесением смеси

## Плодородие почв и применение удобрений

стандартных туков (вар. 3) – 59,3 ц/га. При использовании комплексного удобрения без микроэлементов (марка N:P:K = 10:19:25) в дозах N<sub>45</sub>P<sub>87</sub>K<sub>114</sub>; N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub>; N<sub>75</sub>P<sub>143</sub>K<sub>188</sub> (вар. 4, 5, 6) урожайность находилась в пределах от 58,4 до 62,8 ц/га. Увеличение дозы комплексного удобрения с N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub> до N<sub>75</sub>P<sub>143</sub>K<sub>188</sub> не способствовало увеличению урожая зерна. Включение микроэлементов в состав N:P:K = 10:19:25 (вар. 7) увеличило урожайность до 64,2 ц/га при дозе внесения N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub> (334 кг/га д.в. NPK). Прибавка зерна ячменя в этом варианте достоверна (4,9 ц/га), по сравнению с вариантом, где вносились стандартные туки (вар. 3).

Таблица 2

### Влияние комплексных удобрений на урожайность зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (СПК «Щемыслица»), 2007-2010 гг.

Вариант	Урожайность зерна,									
	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	сред- нее	+,- к вар.3
	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.			
1. Контроль без удобрений	46,6	-	49,5	-	46,6	-	34,5	-	44,3	-
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	59,3	-	70,5	-	57,0	-	40,7	-	56,9	-
4. N <sub>45</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	58,4	-0,9	68,1	-2,4	56,1	-0,9	40,5	-0,2	55,8	-1,1
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	62,8	3,5	72,5	2,0	58,1	1,1	41,0	0,3	58,6	1,7
6. N <sub>75</sub> P <sub>143</sub> K <sub>188</sub> , комплексные без микроэлементов, 10:19:25	62,6	3,3	78,6	8,1	61,5	4,5	41,4	0,7	61,0	4,1
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	64,2	4,9	80,3	9,8	58,9	1,9	43,7	3,0	61,8	4,9
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	61,1	1,8	74,9	4,4	61,9	4,9	42,9	2,2	60,2	3,3
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	61,5	2,2	81,1	10,6	61,9	4,9	42,2	1,5	61,7	4,8
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu, Mn и B, 10:16:19	62,4	3,1	83,0	12,5	58,4	1,4	40,4	-0,3	61,1	4,2
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	61,9	2,6	80,5	10	58,0	1,0	40,6	-0,1	60,3	3,4
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn + «гумидар», 10:19:25	63,1	3,8	82,9	12,4	61,1	4,1	42,5	1,8	62,4	5,5
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	62,4	3,1	80,1	9,6	59,2	2,2	42,1	1,4	61,0	4,1

Вариант	Урожайность зерна,									
	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	ц/га	+,- к вар. 3	сред- нее	+,- к вар. 3
	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.			
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> комплексные с Cu, Mn, 9:13:18	62,0	2,7	83,4	12,9	65,0	8,0	41,7	1,0	63,0	6,1
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	61,0	1,7	78,4	7,9	62,3	5,3	40,8	0,1	60,6	3,7
НСП <sub>05</sub>	3,53	-	4,27	-	3,37	-	2,20	-	3,42	-

Применение других марок комплексных удобрений с микроэлементами (медью и марганцем) с разным соотношением элементов питания с дозой по азоту 60 кг/га д. в. (вар. 8-16) обеспечило урожайность зерна ячменя на уровне от 61,0 до 63,1 ц/га. При этом лучшим удобрением оказалось NPK с Cu, Mn и регулятором роста растений «гумидар» (вар. 12).

**В условиях влажного 2008 г.** получена самая высокая урожайность зерна ячменя, по сравнению с 2007, 2009-2010 гг. На контрольном варианте, без внесения минеральных удобрений урожайность зерна ячменя составила 49,5 ц/га, в варианте со стандартными формами удобрений (вар. 3) при дозе N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub> – 70,5 ц/га, с комплексными без микроэлементов – 72,5, в вариантах с новыми формами комплексных удобрений вар. (7-16) – от 74,9 до 83,4 ц/га.

Увеличение доз комплексного удобрения без микроэлементов (марка N: P:K = 10:19:25, вар. 4-6) с N<sub>45</sub>P<sub>87</sub>K<sub>114</sub> до N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub> и N<sub>75</sub>P<sub>143</sub>K<sub>188</sub>) способствовало повышению урожайности с 68,1 до 72,5 и 78,8 ц/га. Применение N:P:K = 10:19:25 с микроэлементами медью и марганцем (вар. 7) увеличило урожайность зерна до 80,3 ц/га, по сравнению с вариантом с внесением аналогичной дозы (N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub>) комплексного удобрения, но без микроэлементов (вар. 5) и повышало урожайность зерна на 7,8 ц/га.

По комплексным удобрениям других марок (вар. 8-16), с разным соотношением элементов питания с добавками микроэлементов, или микроэлементов и регулятора роста растений «гумидар», при эквивалентной дозе внесения их по азоту (60 кг/га д. в.) получена урожайность ячменя от 74,9 до 83,4 ц/га. В условиях 2008 г. применение всех комплексных удобрений с модифицирующими добавками имело преимущество по сравнению со смесями стандартных туков (прибавки от 4,4 до 12,9 ц/га) и комплексным удобрением без добавок (прибавки от 2,4 до 10,9 ц/га) (табл. 2).

**Урожайность зерна пивоваренного ячменя в 2009 г.** в вариантах с удобрениями значительно ниже (на 14,0-29,6% в зависимости от вариантов опыта), по сравнению с 2008 г. Это объясняется тем, что повышенные запасы влаги в апреле и мае 2008 г. полностью обеспечили растения ячменя влагой в период формирования вегетативной массы, а апрель и май 2009 г. были засушливыми, что не в полной мере способствовало оптимальному развитию расте-



ний ячменя. А избыток влаги в июне-июле 2009 г. усилил негативное воздействие на формирование урожайности ячменя. Урожайность зерна ячменя на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений составила 46,6 ц/га, в вариантах со стандартными формами удобрений – 53,4-57,0 ц/га (вар. 3), в вариантах с разными дозами комплексных удобрений без микроэлементов (вар. 4-6) – 56,1-61,5 ц/га, а в вариантах с новыми формами комплексных удобрений с добавками микроэлементов при различном соотношении азота, фосфора и калия в удобрениях (вар. 7-16) – от 58,0 до 65,0 ц/га.

Урожайность зерна в вариантах (4-6) с разными дозами ( $N_{45}P_{87}K_{114}$ ,  $N_{60}P_{114}K_{150}$ ,  $N_{75}P_{143}K_{188}$ ) комплексного удобрения марки N:P:K = 10:19:25 без микроэлементов составила 56,1, 58,1 и 61,5 ц/га. Увеличение дозы азота с  $N_{45}$  (вар. 4) до  $N_{60}$  (вар. 5) и  $N_{75}$  (вар. 6) способствовало тенденции к увеличению (на 2 и 3,4 ц/га) урожая зерна ячменя.

Применение различных марок комплексных удобрений с добавками микроэлементов (меди и марганца), или микроэлементов и регулятора роста растений «гумидар» (вар. 7-16) при эквивалентной дозе внесения их по азоту (60 кг/га д. в.) обеспечивало получение урожайности ячменя в пределах от 58,0 до 65 ц/га (в 2008 г. – от 74,9 до 83,4 ц/га). При этом лучшими вариантами, где получена достоверная прибавка зерна ячменя, как по сравнению со стандартными формами удобрений (вар. 3), так и с комплексным удобрением без микроэлементов (вар. 5), оказались варианты № 6, 8, 9, 12, 15, 16, т.е. с внесением комплексных удобрений с суммой NPK равной 252, 261, 267, 324 и 333 кг/га д. в.

**Урожайность зерна пивоваренного ячменя в условиях 2010 г.** была самой низкой, по сравнению с урожайностью в 2007-2009 гг. Это объясняется неблагоприятными погодными условиями в течение вегетационного периода возделывания ячменя (апрель – засушливый, май, июнь и июль – влажные). На контрольном варианте без внесения минеральных удобрений урожайность зерна составила 34,5 ц/га, в вариантах со стандартными формами удобрений – 38,6-40,7 (вар.3), в вариантах с разными дозами комплексных удобрений без микроэлементов (вар. 4-6) – 40,5-41,8 ц/га, а в вариантах с новыми формами комплексных удобрений с добавками микроэлементов и различным соотношением азота, фосфора и калия в удобрениях (вар. 7-16) – от 40,6 до 43,7 ц/га. Прибавки зерна от применения новых форм удобрений в этом году были самыми низкими, а лучшими дозами оказались  $N_{60}P_{114}K_{150}$  с комплексным удобрением с микроэлементами (Cu и Mn), марка N:P:K = 10:19:25 (вар. 7) и  $N_{60}P_{78}K_{114}$  с удобрением марки N:P:K = 10:13:19 (вар. 8).

Из приведенных данных в таблице 2 видно, что во все годы исследований при возделывании ячменя сорта Атаман на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве высокого уровня плодородия (СПК «Щемыслица») прибавки зерна ячменя от комплексных удобрений с модифицирующими добавками в среднем за четыре года были в пределах от 3,3 до 6,1 ц/га. При этом лучшими оказались марки комплексных удобрений с соотношением N:P:K = 9:18:23 (вар. 16); 10:19:25 (вар. 12, 7); 13:19:25 (вар. 9); 10:16:19 (вар. 10).

Эффективность отдельных вышеуказанных форм комплексных удобрений с модифицирующими добавками изучалась в полевых опытах с ячменем сорта Бровар на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (табл. 3).

**Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов  
на урожайность пивоваренного ячменя сорта Бровар  
(экспериментальная база РУП  
«Научно-практический центр НАН по земледелию»), 2007-2010 гг.**

Вариант	Урожайность зерна,									
	ц/га	+,- вар.3	ц/га	+,- вар.3	ц/га	+,- вар.3	ц/га	+,- вар.3	сред- нее	+,- вар.3
	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.			
1. Контроль без удоб- рений	33,1	-	28,6	-	53,7	-	25,0	-	35,1	-
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобре- ний	42,3	-	34,9	-	60,3	-	33,3	-	42,7	-
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – ком- плексные с микро- элементами (Cu и Mn), 10:19:25	40,4	-1,9	38,6	3,7	58,5	-1,8	34,5	1,2	43,0	0,3
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – ком- плексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	39,4	-2,9	38,9	4,0	57,8	-2,5	31,9	-1,4	42,7	0,0
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , ком- плексные с Cu, Mn и B 10:16:19	39,1	-3,2	38,5	3,6	60,8	0,5	33,2	-0,1	42,7	0,0
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , ком- плексные с Cu и Mn, 8:14:20	40,6	-1,7	39,4	4,5	60,5	0,2	33,4	0,1	43,5	0,8
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , ком- плексные с Cu и Mn +»гумидар», 10:19:25	41,9	-0,4	41,9	7,0	62,2	1,9	37,8	4,5	46,0	3,3
НСР <sub>05</sub>	3,31	-	2,92	-	2,59	-	2,11	-	2,77	-

Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют, что в 2007, 2008 и 2010 гг. урожайность пивоваренного ячменя сорта Бровар была значительно ниже (2007 г. – в 1,4-1,6 раз, 2008 г. – 1,73-2,16 и 2010 г. – 1,08-1,38 раз, в зависимости от вариантов опыта), а в 2009 г. – примерно на уровне сорта Атаман. Самая высокая его урожайность получена в 2009 г. (53,7-62,2 ц/га).

Что касается применения комплексных удобрений с модифицирующими добавками, то только в условиях 2008 г. все формы были более эффективными, по сравнению с традиционной схемой применения минеральных стандартных удобрений под пивоваренный ячмень (вар. 3). Прибавка зерна в зависимости от вариантов опыта составляла от 3,6 до 7,0 ц/га. В остальные годы исследований наиболее эффективным удобрением оказалось комплексное N:P:K = 10-19-25 с медью и марганцем и регулятором роста растений «гумидар».

Содержание сырого белка в зерне ячменя сорта Атаман (СПК «Щемыслица») в условиях 2007-2010 гг. изменялось от года исследований и вариантов опыта и находилось в пределах: 2007 г. – от 9,8 до 12,8% (содержание белка выше 12% отмечено в одном варианте с повышенной дозой удобрений

## Плодородие почв и применение удобрений

N<sub>75</sub>P<sub>143</sub>K<sub>188</sub>); 2008 г. – 9,8-11,2; 2009 г. – 10,3-12,1; 2010 г. – от 9,2 до 13,2 % (и в отдельных вариантах превышало как базисную, так и ограничительную норму) (табл. 4).

Таблица 4

### Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов на содержание белка и крахмала в зерне ячменя сорта Атаман на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, 2007-2010 гг.

Вариант	Содержание, %							
	белок				крахмал			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
1. Контроль без удобрений	10,1	10,2	10,3	9,2	61,3	61,6	63,1	58,4
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	10,6	9,8	10,1	11,9	61,1	62,1	62,9	59,5
4. N <sub>45</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	11,3	9,8	11,6	9,4	60,1	62,3	61,0	59,7
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	11,8	10,5	11,4	9,7	59,5	61,4	61,1	60,2
6. N <sub>75</sub> P <sub>143</sub> K <sub>188</sub> , комплексные без микроэлементов, 10:19:25	12,8	10,0	12,1	13,2	57,8	61,5	61,0	59,1
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	11,6	10,6	11,5	11,7	59,8	61,8	61,1	59,5
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	10,7	10,2	11,4	11,1	60,1	61,6	62,2	59,8
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	11,8	10,4	11,4	11,1	58,9	60,8	60,8	59,9
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu, Mn и B, 10:16:19	10,0	10,9	11,5	9,5	61,3	60,7	60,9	59,9
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	11,6	11,0	11,5	12,9	58,9	61,0	61,3	59,6
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn +»гумидар», 10:19:25	10,8	10,9	11,4	11,8	61,8	61,1	61,2	59,4
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	11,1	10,8	11,7	12,1	59,7	60,8	61,9	60,1
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> комплексные с Cu, Mn, 9:13:18	11,7	10,7	11,0	10,5	60,3	60,9	61,6	60,5
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	-	10,2	10,7	12,8	-	61,0	61,4	59,8
В среднем по вариантам	11,1	10,5	11,2	11,0	60,1	61,3	61,6	59,7
HCP <sub>05</sub>	0,56	0,47	0,57	0,65	1,86	3,07	2,96	2,57
По ГОСТу 5060-86	<12%				60-70			
По ТУ ВУ 190239501.773-2010	Базисная норма – 11,5%, ограничительная – не более 12,0%				-			
В странах ЕС	9,0-11,5				60-70			

Важным показателем качества зерна пивоваренного ячменя является содержание крахмала. Между содержанием белка и крахмала, как, правило,

наблюдается отрицательная зависимость. Следует также учитывать, что содержание крахмала тесно коррелирует с главным критерием технологической ценности пивоваренного ячменя – экстрактивностью. Согласно нормативным документам содержание крахмала в зерне пивоваренного ячменя должно быть в пределах от 60 до 70%. В годы исследований содержание крахмала в 2008 и 2009 гг. во всех вариантах опыта превышало 60%, а в 2007 и 2010 гг. – его значение выше 60% отмечалось только в отдельных вариантах опыта. Следует также отметить, что самое низкое содержание крахмала было в 2010 г., табл. 4.

В таблице 5 представлены данные по влиянию комплексных удобрений с добавками микроэлементов на крупность и способность прорастания зерна ячменя Атаман.

Таблица 5

**Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов на крупность и способность прорастания зерна ячменя Атаман (СПК «Щемсылица» Минского района), 2007-2010 гг.**

Вариант	Показатели, %						
	крупность				способность прорастания*		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
1. Контроль без удобрений	93,8	92,8	88,9	64,9	94,8	99,6	98,8
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	94,9	93,3	85,2	67,2	95,6	99,0	97,6
4. N <sub>45</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	93,8	94,0	76,9	64,9	95,2	99,4	92,1
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25 – базовый вариант	93,8	91,3	76,4	71,8	98,0	99,0	92,2
6. N <sub>75</sub> P <sub>143</sub> K <sub>188</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	91,0	89,5	75,1		98,0	98,8	98,9
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	92,0	92,5	71,2	72,7	98,0	96,0	96,6
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	95,0	92,5	79,8	72,0	96,8	98,6	96,8
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с S, Cu и Mn, 13:19:25	93,3	91,4	77,8	70,4	90,8	98,6	96,8
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с S, Cu, Mn и B, 10:16:19	93,9	91,4	78,0	70,4	91,8	98,0	93,4
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	93,7	90,8	79,2	70,3	94,4	97,2	94,6
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn + «гумидар», 10:19:25	93,8	91,5	82,3	74,4	93,0	99,4	98,8
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:15:20	93,3	89,6	83,2	70,1	93,0	97,8	96,7

Вариант	Показатели, %						
	крупность				способность прорастания*		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> комплексные с Cu, Mn, 9:13:18	93,1	88,1	86,0	74,9	92,0	98,0	97,4
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	-	92,8	86,8	74,5	93,4	98,8	95,0
В среднем по вариантам	93,7	91,7	80,9	70,4	94,8	98,4	96,0
По ГОСТу 5060-86	>85				>95		
По ТУ ВУ 190239501.773-2010*	Базисная норма – 90%, ограничительная – не менее 75%				Базисная норма – 95%, ограничительная – не менее 90%		
В странах ЕС	>90				>95		

\* – способность прорастания, % (для зерна, поставляемого не ранее чем через 45 дней после его уборки)

Показатель масса 1000 зерен в сочетании с белком зачастую используют для получения расчетных показателей по экстрактивности. Считают, что оптимум по массе 1000 зерен находится в пределах от 43 до 47 грамм. Более крупное или более мелкое зерно менее пригодно для пивоварения [11]. В условиях 2007 г. масса 1000 зерен пивоваренного ячменя сорта Атаман различалась по вариантам и была в пределах от 52,0 до 57,5 грамм, 2008-2009 гг. – от 43,5 до 47,5 и 2010 г. – 32,0-36,9 грамм. В 2007 и 2008 гг. крупность зерна соответствовала базисной норме (более 90%), в 2008 г. – в пределах ограничительной нормы, а в 2010 г. – ниже даже ограничительной нормы. Во все годы исследований способность прорастания зерна была выше 90%, и изменялась в зависимости от вариантов опыта в пределах: в 2008 г. – от 90,8 до 98,1%, 2009 – 96,0-99,6%; 2010 г. – 92,1-98,9%.

Показатели качества зерна пивоваренного ячменя сорта Бровар (содержание белка, крупность, масса 1000 зерен) на дерново-подзолистой легкосуглинистой, подстилаемой моренными суглинками, почве, в экспериментальной базе РУП «Научно-практический центр НАН по земледелию» представлены в табл. 6.

Содержание белка в зерне пивоваренного ячменя сорта Бровар в 2007, 2008, 2010 гг. соответствовало требуемым стандартам, и только в 2009 г. в вариантах с удобрениями было выше 12%. Наиболее крупное зерно было получено в 2007 и 2008 гг. (крупность в пределах от 90,0 до 94,0%), в 2009 г. – в вариантах с комплексными удобрениями крупность зерна составляла 88,1-92,1%, на смеси стандартных удобрений – 85,4%. Самое мелкое зерно сорта Бровар было получено в 2010 г. (61,3-81,9%), при этом, как и в 2009 г., более высокая крупность зерна была в вариантах с комплексными удобрениями с добавками микроэлементов. Масса 1000 зерен изменялась как от года исследований, так и от вариантов опыта, и была минимальной в 2010 г., что отмечалось выше и по зерну сорта Атаман.

Приведенные данные показывают, что за годы исследований (2007-2010 гг.) на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах высокого уровня плодородия (индекс агрохимической окультуренности почв от 0,73 до 0,97) урожайность зерна ячменя сорта Атаман и Бровар значительно изменялась от погодных условий.

Например, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (СПК «Щемыслица») при возделывании ячменя сорта Атаман урожайность на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений изменялась от 34,5 (2010 г.) до 49,5 ц/га, на долю фактора «почва» приходилось в 2007 г. – 78,6%; 2008 – 70,2; 2009 – 81,8; 2010 г. – 84,8%. На долю NPK стандартных удобрений в 2007 г. – 21,4%, 2008 г. – 29,8; 2009 г. – 18,2 и 2010 г. – 15,2%, соответственно на долю NPK с добавками меди, марганца и регулятора роста растений «гумидар» (вар. 12) – 26,1 40,3, 23,7 и 18,8%.

Таблица 6

**Пивоваренные качества зерна пивоваренного ячменя сорта Бровар, 2007- 2010 гг.**

Вариант	Показатели качества зерна											
	содержание белка в зерне, %				крупность зерна, %				масса 1000 зерен, г			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
1. Контроль без удобрений	10,3	9,4	11,7	11,7	85,5	89,0	91,4	61,3	45,5	51,4	47,1	39,5
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	9,9	9,1	12,8	10,8	91,5	91,0	85,4	61,8	48,0	50,5	46,1	42,8
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с микроэлементами (Cu и Mn), 10:19:25	9,7	8,9	12,9	10,9	91,0	93,0	88,1	82,0	47,9	51,0	45,4	40,9
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 10:13:19	10,5	8,8	12,6	11,2	93,0	94,0	90,9	77,8	48,5	50,9	46,5	41,8
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu, Mn и B 10:16:19	10,1	8,3	12,5	11,7	91,8	92,0	89,9	81,9	48,0	49,9	45,2	40,3
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	9,7	9,4	12,3	10,7	90,0	91,0	92,1	79,2	47,5	51,3	46,3	43,0
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn + «гумидар», 10:19:25	9,9	9,0	12,1	11,6	91,5	92,0	92,0	78,6	46,9	50,8	48,6	41,3
В среднем по вариантам	10,0	9,0	12,4	11,2	90,6	91,7	90,0	74,7	47,5	50,8	46,5	41,4
НСР <sub>05</sub>	0,45	0,49	0,74	0,56	4,5	5,4	4,3	2,9	2,4	2,5	2,3	3,2

На дерново-подзолистой легкосуглинистой, подстилаемой моренными суглинками, почве (сорт ячменя Бровар) доля фактора «почва» составила в 2007 г – 78,3%; 2008 г. – 81,9; 2009 г. – 89,1; 2010 г. – 75,1%, на долю NPK стандартных

## Плодородие почв и применение удобрений

удобрений приходилось в 2007 г. – 21,7%, 2008 – 18,1, 2009 – 10,9 и 2010 г. – 24,9%, комплексных с NPK с добавками меди, марганца и регулятора роста растений «гумидар» (вар. 12) – 21,7; 31,7, 13,7 и 33,9%.

Оценка экономической эффективности новых форм комплексных удобрений при возделывании пивоваренного ячменя сорта Атаман проводилась согласно методике определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений. При расчете стоимости удобрений учитывалась стоимость единицы действующего вещества удобрения с учетом НДС. При расчетах затрат на внесение учитывались наценки ССХ (для азотных удобрений 10%, для фосфорных и комплексных – 3%, калийных – 15%) и затраты на доработку продукции. Стоимость зерна пивоваренного ячменя на 2010 г. составляла 151,5 USD/т.

Прибавка урожайности зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман в среднем за 4 года от минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, по сравнению с контрольным вариантом, составила от 12,6 до 18,7 ц/га, или от 190,9 до 283,3 USD. Стоимость затрат на приобретение удобрений, внесение удобрений и доработку продукции – 189,5-297,9 USD. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве высокого уровня плодородия рентабельность применения стандартных удобрений при возделывании пивоваренного ячменя составила при N<sub>60</sub>P<sub>114</sub>K<sub>150</sub> (вар. 3) – 9%, перспективных комплексных N-P-K удобрений марки 9-13-18 (сумма NPK = 267 кг/га д.в.) – 40%; 13-15-20 (сумма NPK = 221 кг/га д.в.) – 34; 10-13-19 (сумма NPK = 252 кг/га д.в.) – 27; 10-16-19 (сумма NPK = 270 кг/га д.в.) – 20; 13-19-25 (сумма NPK = 261 кг/га д.в.) – 9% и 8-14-20 (сумма NPK = 315 кг/га д.в.) – 8%. Применение на этой почве комплексных удобрений с суммой NPK более 324-333 кг/га д.в. было нерентабельным, табл.7.

Таблица 7

### Экономическая эффективность применения новых форм комплексных удобрений при возделывании ячменя сорта Атаман

Вариант	Доза, NPK, д.в.	Прибавка, ц/га	Затраты, USD				Стоимость прибавки	Прибыль	Рентабельность, %
			NPK	внесение	уборка	всего			
1. Контроль без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – смесь стандартных удобрений	324	12,6	151,7	16,1	41,6	209,4	190,9	-18,5	-9
5. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные без микроэлементов, 10:19:25	324	14,3	201,5	15,8	47,2	264,6	216,6	-47,9	-18
7. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> – комплексные с Cu и Mn, 10:19:25	324	17,5	207,6	15,8	57,8	281,2	265,1	-16,0	-6

Вариант	Доза, NPK, д.в.	Прибавка, ц/га	Затраты, USD				Стоимость прибавки	Прибыль	Рентабельность, %
			NPK	внесение	уборка	всего			
8. N <sub>60</sub> P <sub>78</sub> K <sub>114</sub> – комплексные с S, Cu и Mn, 0:13:19	252	15,9	121,9	15,8	52,5	190,2	240,9	50,7	27
9. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu и Mn, 13:19:25	261	17,4	171,4	12,1	57,4	240,9	263,6	22,7	9
10. N <sub>60</sub> P <sub>96</sub> K <sub>114</sub> , комплексные с Cu, Mn и B, 10:16:19	270	16,8	139,9	15,8	55,4	211,2	254,5	43,3	20
11. N <sub>60</sub> P <sub>105</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn, 8:14:20	315	16,0	152,4	19,8	52,8	225,0	242,4	17,4	8
12. N <sub>60</sub> P <sub>114</sub> K <sub>150</sub> , комплексные с Cu и Mn + «гумидар», 10:19:25	324	18,1	223,9	14,3	59,7	297,9	274,2	-23,7	-8
14. N <sub>60</sub> P <sub>69</sub> K <sub>92</sub> , комплексные с Cu и Mn, 3:15:20	221	16,7	122,2	12,2	55,1	189,5	253,0	63,6	34
15. N <sub>60</sub> P <sub>87</sub> K <sub>120</sub> комплексные с Cu, Mn, 9:13:18	267	18,7	123,0	17,6	61,7	202,3	283,3	81,0	40
16. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>153</sub> комплексные с Cu и Mn, 9:18:23	333	16,3	191,8	17,6	53,8	263,2	246,9	-16,2	-6

### ВЫВОДЫ

1. На урожайность зерна пивоваренного ячменя сорта Атаман и Бровар на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в условиях 2007-2010 гг. существенное влияние оказывали погодные условия года и, в большей степени, снижение урожайности обусловлено как засушливыми, так и влажными периодами в течение роста и развития ячменя.

2. Оптимальной дозой по азоту при использовании комплексных удобрений с различным соотношением элементов питания оказалась N<sub>60</sub>, доза N<sub>45</sub> – не обеспечивала получение максимальной урожайности, а N<sub>75</sub> – качества зерна на уровне требуемых стандартов (по содержанию белка).

3. Применение разных форм комплексных удобрений с добавками микроэлементов и регулятора роста растений в технологии возделывания пивоваренного ячменя на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах обеспечило уве-



личение урожайности зерна пивоваренного ячменя на 3,3-6,1 ц/га (в среднем за 2007-2010 гг.) при урожайности 60,2-60,0 ц/га (сорт Атаман) и 42,7-46,0 ц/га (сорт Бровар), по сравнению со смесями стандартных удобрений (при урожайности 56,9 и 42,7 ц/га).

4. Лучшими марками комплексных удобрений с микроэлементами на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах высокого уровня плодородия оказались: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19, N:P:K = 10:19:25, которые обеспечили прибавку зерна в пределах от 4,2 до 6,1 ц/га, с показателями качества зерна (содержания белка, крахмала) на уровне требований, предъявляемым в Республике Беларусь и странах ЕС.

5. Неблагоприятные погодные условия, преимущественно выпадение большого количества осадков в июне и июле 2009-2010 гг. (2009 г. – в 2,1-1,7 раза выше среднееголетних, 2010 г. – 1,3-1,2 раза) при формировании колоса и зерна пивоваренного ячменя отрицательно сказались на качественных показателях зерна по крупности, массе 1000 зерен. Крупность зерна в 2009 г. составила в среднем по вариантам опыта 80,9%, 2010 г. – 70,4%, при данных показателях в 2007-2008 гг. – 93,7 и 91,7%. Масса 1000 зерен была минимальной в 2010 г. как на ячмене сорта Атаман (32,0-36,9 грамм), так и сорте Бровар 39,5-43,0 грамм, соответственно при данных показателях в предыдущие годы – 43,5-57,5 и 45,4-51,4 грамм.

6. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве высокого уровня плодородия рентабельность применения перспективных комплексных N-P-K удобрений марки 9-13-18 (сумма NPK = 267 кг/га д.в.) составила 40%; 13-15-20 (сумма NPK = 221 кг/га д.в.) – 34; 10-13-19 (сумма NPK = 252 кг/га д.в.) – 27; 10-16-19 (сумма NPK = 270 кг/га д.в.) – 20; 13-19-25 (сумма NPK = 261 кг/га д.в.) – 9% и 8-14-20 (сумма NPK = 315 кг/га д.в.) – 8%. Применение на этой почве комплексных удобрений с суммой NPK более 324-333 кг/га д.в. было нерентабельным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ячмень пивоваренный: ГОСТ 5060-86. – Введ. 01.07.88. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – С. 9-13.
2. Ячмень пивоваренный: ТУ BY 190239501.773-2010. – Введ. 01.07.10. – Минск: РУП Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию, 2010. – 25 с.
3. Кадыров, А.М. Все о пивоваренном ячмене / А.М. Кадыров // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 31-33.
4. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапы. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / В.Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т аграр. экономики; под общ. ред. В.Г. Гусаков. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 460 с.
6. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-ое изд., доп. перераб./ НАН Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 143-157.
7. Соколов, А.В. Агрохимические методы исследования почв / А.В. Соколов. – Москва: Наука, 1975. – 656 с.

8. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка: ГОСТ 10846-1991. – Введ. 01.06.1993. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – С. 18-23.

9. Зерно и зернопродукты. Определение влажности (базовый контрольный метод): ГОСТ 29144-1991. – Введ. 01.10.92. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – 9 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 336 с.

11. Неттевич, Э.Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э.Д. Неттевич, З.Ф. Аниканова, Л.М. Романова; под ред. Э.Д. Неттевич. – Москва: Колос, 1998. – 208 с.

## **COMPLEX FERTILIZERS IN TECHNOLOGY OF BREWING BARLEY CULTIVATION**

**G.V. Pirogovskaya, A.M. Rusalovich, O.P. Sazonenko., V.I. Soroko, O.I. Isaeva, S.S. Khmelevskij, S.V. Filipenko, V.G. Senchenko**

### **Summary**

The article presents the results of research (2007-2010) on sod-podzolic light loamy soil of high fertility levels on the study of different compound fertilizer forms and doses with trace elements (copper and manganese) and biologically active substances in mainly application them into the soil on the yield and quality indicators of brewing barley of Ataman and Brewery varieties.

It is established that the use of complex fertilizer various forms with micronutrients and plant growth regulators in the technology of brewing barley cultivation has provided grain yield increase on 3,3-6,1 c/ha (by crop harvest 60,2-60 c/ha of barley Ataman variety and 42,7-46 c/ha – Brewery variety) in comparison with standard mixtures (by crop harvest of 56,9 and 42,7 c/ha). The best complex fertilizer marks with trace elements in these soils were: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 10:19:25; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19 which provided the grain increase in the range of 4,2 to 6,1 c/ha with grain quality indicators (protein, starch content ) on the level of required standards.

*Поступила 21 октября 2010 г.*

УДК 633.853.494: 631.445.2:631.8

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ СЛАБОКИСЛОЙ ПОЧВЫ РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ МЕЛИОРАНТОВ**

**Г.М. Сафроновская, И.А. Царук**

*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

Рапс является не только ценной масличной культурой. При производстве растительного масла из семян рапса в качестве побочных продуктов получают жмыхи и экстракционные шроты, которые используются на корм животным. Расширение посевов рапса и озимой сурепицы до 500 тыс. га будет способствовать более полному обеспечению животноводческого сектора белком [1, 2].