

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ В РАЗНЫЕ СЛОИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.Р. Бахитова, В.В. Кидин, д.б.н., И.И. Дмитриевская, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Изучено влияние внесения удобрений в разные слои дерново-подзолистой почвы на химический и биохимический состав зерна ячменя ярового. Проведен химический анализ зерна ячменя, полученного в вегетационных опытах, в которых применяли удобрения, содержащие макро- и микроэлементы. Выявлено наиболее оптимальное сочетание необходимых растениям питательных веществ в пахотном или подпахотном слое почвы.

Ключевые слова: ячмень, почвенные горизонты, дерново-подзолистая почва, удобрения, биохимические показатели зерна.

Яровой ячмень произрастает повсеместно, так как имеет короткий (70-100 дней) вегетационный период. В настоящее время изучаются возможности расширения использования ячменя в пищевых целях.

Он может произрастать в широком диапазоне климатических условий. Химический состав зерна ячменя зависит от климата, плодородия почвы, уровня минерального питания, агротехники и сортовых особенностей культуры.

Изучение химического состава зерна ячменя при выращивании его на почвах разного генезиса и разного гранулометрического состава позволит скорректировать способы внесения и сочетания удобрений для получения высоких урожаев хорошего качества.

Методика. Опыт проводили в вегетационном домике РГАУ МСХА им. К.А.Тимирязева в 2013 и 2015 гг. и на кафедре Агрономической, биологической химии, радиологии и БЖД.

Для вегетационного опыта использовали дерново-подзолистую суглинистую и супесчаную почву (табл.1).

1. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы

Почва по гранулометрическому составу	pH _{KCl}	Hг	H _{обм.}	S	Al, мг/100 г	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг-экв/100 г					мг/кг	
Суглинистая: пахотный слой	4,40	3,4	0,60	6,5	0,026	52	170	157
подпахотный слой	5,48	2,8	0,33	4,8	0,380	63	96	140
Супесчаная, подпахотный слой	4,20	3,9	0,67	3,7	0,020	63	158	115

Имитацию пахотного и подпахотного слоёв дерново-подзолистой почвы создавали путем соединения двух вегетационных сосудов, располагаемых в два уровня. Дно верхнего сосуда Митчерлиха было вырезано. Для пахотного горизонта использовали только суглинистую почву, а для подпахотного – суглинистую и супесчаную. То есть 1- и 2-й блоки опыта состояли из 8 одинаковых вариантов внесения удобрений и различались

только по гранулометрическому составу подпахотного слоя.

Удобрения вносили в верхний и нижний слои дерново-подзолистой почвы по схеме, состоящей из двух блоков, каждый по 8 вариантов сочетаний удобрений. 8 вариантов в одном блоке с суглинистым нижним (подпахотным) слоем и столько же во втором блоке с супесчаным нижним (подпахотным) слоем. Верхний слой был суглинистым во всем опыте. Каждый вариант имел 4 повторности. Схема опыта включала следующие варианты внесения удобрений: без удобрений, РК, NPK, NPK + Zn, Cu, Mo в пахотный слой 0-20 см; РК, NPK, РК + N в пахотный, NPK + Zn, Cu, Mo в подпахотный слой 20-40 см (табл.2).

2. Применение удобрений в опыте

Питательные вещества	Доза, мг/кг почвы	Формула удобрения	Доза, мг/кг почвы
N	120	NH ₄ NO ₃	343,0
P ₂ O ₅	120	KH ₂ PO ₄	112,5
K ₂ O	120	K ₂ HPO ₄	187,5
Zn	20	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	88,3
Cu	10	CuSO ₄ · 5H ₂ O	39,3
Mo	5	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	82,6

Удобрения вносили в виде растворов химических солей путем равномерного перемешивания с почвой при набивке сосудов, за 3 дня до посева. Норма высева – 23 семени на сосуд.

Биохимический состав зерна ячменя устанавливали методом ближней инфракрасной спектроскопии на приборе SpectraStar XL 2500XL-R. Золу определяли весовым методом после озоления предварительно размолотого зерна в муфельной печи SNOL Term в течение 6 ч (2 ч – 300 °С, затем 4 ч при 500 °С).

Для определения азота, фосфора и калия в зерне проводили мокрое озоление по методу Гинзбург. Навеску размолотого воздушно-сухого растительного материала 0,2 г озолляли концентрированной серной кислотой при нагревании в присутствии катализатора металлического селена.

Содержание общего азота определяли по Кьельдалю, а фосфора – колориметрическим методом, основанном на измерении светопоглощения комплексного соединения фосфорной кислоты с молибдатом аммония в присутствии олова. Содержания калия в зерне ячменя устанавливали пламенно-фотометрическим методом.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия 2013, 2015 гг. были в целом благоприятными для ячменя. В опыте использовали сорта ячменя ярового Раушан (2013 г.) и Михайловский (2015 г.). Средняя урожайность сорта Раушан – 40,6 ц/га, максимальная – 76 ц/га. Сорт среднеспелый, вегетационный период 71-83 дня. Средняя урожайность сорта Михайловский – 34,2 ц/га, максимальная – 73,4 ц/га. Сорт среднеспелый, вегетационный период 72-92 дня.

В вегетационном опыте урожай зерна ячменя сорта Раушан составлял, в зависимости от варианта, от 9,7 до 16 г/сосуд, сорта Михайловский – от 12,0 до 22,0 г/сосуд. Морфометрический анализ растений ячменя, собранных в фазе полной спелости, показал видимые различия по вариантам по числу семян в колосе, массе зерна и соломы, их соотношению, количеству пустых зерен в колосе. При этом наиболее продуктивными были растения в двух вариантах: при внесении фосфорно-калийных удобрений в суглинистый пахотный слой при супесчаном подпахотном и при внесении азотно-фосфорно-калийных удобрений с микроэлементами в подпахотный суглинистый слой почвы.

В этих вариантах получена наибольшая масса зерна, количество пустых зерен в колосе составляло не более 11%.

3. Биохимические показатели ячменя (в среднем за 2 года)

Слой внесения удобрений	Вариант опыта	Сырой	Жир	Клетчатка	Крахмал
		% абсолютно сухой массы			
<i>Блок 1</i>					
A _{max} суглинистый 0-20 см	1. Без удобрений	8,9	1,7	5,1	57,3
	2. PK	9,6	1,4	4,9	61,0
	3. NPK	10,8	1,7	4,6	53,4
	4. NPK+Zn, Cu, Mo	11,4	1,4	4,6	52,1
A _{2B} суглинистый 20-40 см	5. PK	9,6	1,1	5,0	53,3
	6. NPK	10,7	1,2	5,0	48,5
	7. PK+N в пахотный слой	11,2	1,3	4,5	49,3
	8. NPK+Zn, Cu, Mo	11,2	1,4	4,9	48,7
<i>Блок 2</i>					
A _{max} суглинистый 0-20 см	1. Без удобрений	9,0	1,0	5,8	53,6
	2. PK	9,4	1,0	5,4	51,2
	3. NPK	10,9	1,4	4,9	48,1
	4. NPK+Zn, Cu, Mo	11,7	1,4	4,5	47,3
A _{2B} супесчаный 20-40 см	5. PK	9,8	1,4	5,0	54,6
	6. NPK	10,6	1,5	4,3	48,9
	7. PK+N в пахотный слой	11,4	1,9	4,7	50,6
	8. NPK+Zn, Cu, Mo	12,8	1,7	4,1	47,4

Наибольшее количество протеина получено в варианте с внесением азотно-фосфорно-калийных удобрений с микроэлементами в супесчаный подпахотный слой (табл.3.). Однако, в этом случае содержание крахмала было 47,4% абсолютно сухой массы. Содержание жира в зерне ячменя варьировало от 1,0% на контроле с супесчаным подпахотным слоем почвы до 1,9% при применении фосфорно-калийных удобрений в супесчаный подпахотный и азотного удобрения в пахотный слой. Воздействия микроудобрений на содержание жира не наблюдалось, но на контроле без удобрений в случае с супесчаным подпахотным слоем содержание жира было наименьшим. Также наименьшим количеством клетчатки отличался вариант с внесением полного минерального удобрения с микроэлементами в супесчаный подпахотный слой.

Зерно ячменя с наибольшим содержанием азота, фосфора и калия было получено, как и в случае с биохимическим составом, в варианте с внесением азотно-фосфорно-калийных удобрений с микроэлементами в подпахотный супесчаный слой дерново-подзолистой почвы (табл.4.).

Усредненные показатели химического состава зерна ячменя (Плешков, 1980) следующие, % сухой массы:

содержание протеина – 12, крахмала – 65, жира – 2, клетчатки – 6, золы – 2-3,0.

В данном опыте зерно ячменя, имеющее лучший биохимический состав содержит, % сухой массы: протеина – 12,8, крахмала – 47,4, жира – 1,7, клетчатки – 4,1, золы 2,8. Зерно, выращенное с применением полного минерального удобрения, но без микроэлементов, независимо от слоя внесения удобрений, отличается более низким содержанием протеина – 11,4 % сухой массы, при сходных остальных показателях (жир – 1,9, клетчатка – 4,7, крахмал – 50,6, зола – 2,6 %).

Принимая во внимание данные по урожайности, можно сказать, что влияние микроэлементов заключалось больше в повышении белковости зерна, чем в увеличении урожая. Кроме того, под действием микроэлементов повышалось содержание фосфора и калия в зерне. При этом масса зерен была примерно одинаковой с вариантом применения полного минерального удобрения, а в некоторых случаях несколько ниже.

4. Содержание золы, азота, фосфора и калия в зерне ячменя, (в среднем за 2 года)

Слой внесения удобрений	Вариант опыта	Зола, %	% сухой массы			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
<i>Блок 1</i>						
А _{пах.} суглинистый 0-20 см	1. Без удобрений	2,80	1,56	0,21	0,74	0,05
	2. РК	2,65	1,69	0,31	0,70	0,03
	3. NPK	2,53	1,89	0,41	0,67	0,05
	4. NPK + Zn, Cu, Mo	2,51	1,99	0,40	0,72	0,04
А _{2В} суглинистый 20-40 см	5. РК	2,64	1,69	0,40	0,74	0,02
	6. NPK	2,59	1,88	0,46	0,77	0,03
	7. РК+N в пахотный слой	2,21	1,96	0,41	0,77	0,03
	8. NPK + Zn, Cu, Mo	2,65	1,96	0,43	0,75	0,04
<i>Блок 2</i>						
А _{пах.} суглинистый 0-20 см	1. Без удобрений	2,75	1,58	0,38	0,70	0,02
	2. РК	2,65	1,65	0,41	0,76	0,02
	3. NPK	2,60	1,90	0,46	0,81	0,04
	4. NPK + Zn, Cu, Mo	2,56	2,05	0,44	0,73	0,04
А _{2В}	5. РК	1,97	1,71	0,42	0,72	0,02

супесчаный 20-40 см	6. NPK	2,43	1,86	0,45	0,84	0,04
	7. РК+N в пахотный слой	2,71	2,00	0,43	0,83	0,07
	8. NPK + Zn, Cu, Mo	2,54	2,25	0,48	0,82	0,05

Литература

1. Жемела Г.П. Справочник по качеству зерна. – Киев.: Урожай, 1988. – 213 с.
2. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
3. Кидин В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2009. – 412 с.
4. Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. и др. Частная физиология полевых культур / Под ред. Е. И. Кошкина. — М.: КолосС, 2005. – 344 с.
5. Новиков Н.Н. Физиолого-биохимические основы формирования качества урожая сельскохозяйственных культур. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – 56 с.

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BARLEY GRAIN AT THE APPLICATION OF FERTILIZERS TO DIFFERENT LAYERS OF SODDY-PODZOL SOIL

A.R. Bakhitova, V.V. Kidin, I.I. Dmitrievskaya
Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy
ul. Pryanishnikova 6, Moscow, 127550 Russia
E-mail: timakad2014@gmail.com

*The effect of fertilizer application to different layers of soddy-podzolic soil on the chemical and biochemical composition of spring barley (*Hordeum vulgare*) was studied in a pot experiment. The chemical analysis of barley grain produced in 2013–2015 pot experiments was carried out. Fertilizers containing macro- and microelements (N, P, K, Zn, Cu, Mo) were applied in the experiment. Chemical analysis revealed the most optimal combination of essential plant nutrients in the plow and subsoil layers.*

Keywords: barley, soil horizons, soddy-podzol soil, fertilizer, biochemical parameters of grain.