

Кишев А. Ю., Диданова Е. Н.

Kishev A. Y., Didanova E. N.

**ИЗМЕНЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОГО БАЛАНСА ПШЕНИЦЫ
ПРИ ВНЕСЕНИИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**CHANGES IN THE HORMONAL BALANCE OF WHEAT WHEN APPLYING
POTASH FERTILIZERS**

Гормональная система играет важную роль в регуляции роста и морфогенеза, адаптации растений к неблагоприятным факторам среды. Минеральные удобрения являются элементом экономически выгодного способа увеличения уровня урожайности возделываемых культур, который позволит наиболее полно реализовать потенциальные возможности, заложенные в генотипе организма. Поэтому изучение всестороннего влияния таких веществ, как калийные удобрения и влияние их на гормональный баланс растений нового поколения, на значение урожайности и качества зерна яровой пшеницы, учитывая конкретные почвенно-климатические условия, является весьма актуальным. Стало быть, поддержание гомеостаза растительного организма определяется присутствием других способов регуляции, а так же гормональной и трофической, которые содействуют друг с другом и взаимодействуют друг на друга. В разных источниках показывают, с одной стороны влияние экзогенно примененных гормонов на предмет содержания и поступление минеральных элементов в растениях. С другой стороны видно действие элементов питания, в основном азота, на гормональный статус растений. Существенно меньше данных в этом направлении проведено с калием. В разных литературных источниках показывают всего лишь некоторые данные, полученные на проростках. В связи с этим, из элементов минерального питания именно калий очень важен, он играет в растениях регуляторную роль. Поэтому целью работы является исследование накопления биомассы растений и динамики гормонального баланса растений пшеницы при внесении калийных удобрений.

The hormonal system plays an important role in the regulation of growth and morphogenesis,

adaptation of plants to adverse environmental factors. Mineral fertilizers are an element of a cost-effective way to increase the level of productivity of cultivated crops, which will allow you to fully realize the potential inherent in the genotype of the organism. Therefore, the study of the comprehensive influence of substances such as potash fertilizers and their influence on the hormonal balance of new generation plants on the value of productivity and quality of spring wheat grain, taking into account specific soil and climate conditions, is very relevant. Therefore, the maintenance of homeostasis of the plant organism is determined by the presence of other ways of regulation, as well as hormonal and trophic, which contribute to each other and interact with each other. Various sources show, on the one hand, the influence of exogenously applied hormones on the content and supply of mineral elements in plants. On the other hand, we can see the effect of nutrition elements, mainly nitrogen, on the hormonal status of plants. Significantly less data in this direction was conducted with potassium. In various literary sources, only some data obtained on the sprouts are shown. In this regard, the elements of mineral nutrition, potassium is very important, it plays a regulatory role in plants development. Therefore, the aim of this work is to study the accumulation of plant biomass and the dynamics of the hormonal balance of wheat plants when applying potash fertilizers.

Ключевые слова: пшеница, минеральные удобрения, всхожесть посевов, выживаемость растений, гормональный баланс.

Key words: wheat, mineral fertilizers, crop germination, plant survival, hormonal balance.

Кишев Алим Юрьевич –

кандидат сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой агрономии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Диданова Елена Нажмудиновна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Kishev Alim Yurievich –

Candidate of Agricultural Sciences, head. Department of Agronomy, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Didanova Elena Najmudinovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Озимая пшеница, как продовольственная культура, пользуется устойчивым спросом на зерновом рынке и является доминирующей культурой в структуре использования пашни и посевных площадей в хозяйствах регион [1].

Стало быть, поддержание гомеостаза растительного организма определяется присутствием других способов регуляции, а так же гормональной и трофической, которые содействуют друг с другом и взаимодействуют друг на друга. В разных источниках показывают, с одной стороны влияние экзогенно примененных гормонов на предмет содержания и поступление минеральных элементов в растениях [3]. С другой стороны видно действие элементов питания, в основном азота, на гормональный статус растений. Существенно меньше данных в этом направлении проведено с калием. В разных литературных источниках показывают всего лишь некоторые данные, полученные на проростках. В связи с этим, из элементов минерального питания именно калий очень важен, он играет в растениях регуляторную роль [2].

Методика исследований. Основными задачами работы было определение изменений гормонального баланса в разных органах растений пшеницы на протяжении онтогенеза в зависимости от уровня снабжения калием.

Исследования проводили на мягкой пшенице сорта Красота в условиях вегетационного опыта. Пшеницу выращивали в вегетационных сосудах (5 кг песка) по 10 растений. В опытах работали с двумя уровнями снабжения калием: N0,26P0,06K0,26 (полная доза калия) и N0,26P0,06K0,052 (сниженная в пять раз доза калия). Уровень влажности почвы

поддерживали ежедневными поливами из расчета 60% от полной влагоемкости. Количество фитогормонов зеатина, ИУК и АБК определяли иммуноферментным анализом [6]. Растительные образцы отбирали в основные фазы роста и развития растения (три листа, выход в трубку, колошение, цветение, молочная и восковая спелость). В период фазы полной спелости брали в расчет полную продуктивность пшеницы. Опыты закладывали в 10-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях.

Результаты исследований. По результатам наших исследований можно сказать, что разница гормонального баланса в онтогенезе у контрольных и калий дефицитных растений была похожей друг на друга (табл. 1, 2). Так, содержание гормонов зеатина и ИУК, относящихся обычно к ростостимулирующим, в вегетативных органах менялась по одновершинной кривой с максимумом в фазе колошения. Во второй половине вегетации наблюдалось небольшое уменьшение содержания как зеатина, так и ИУК. Что касается АБК, то уровень этого гормона на протяжении онтогенеза непрерывно повышался [5]. Помимо этого, калийдефицитные растения на протяжении онтогенеза отличались меньшим содержанием ростостимулирующих гормонов, особенно зеатина в первой половине вегетации (36-56%). Одновременно в вегетативных органах калийдефицитных растений отмечалось увеличение содержания АБК, особенно резко во второй половине вегетации (30%). Важно отметить, что корневая система растений всех вариантов выделялась меньшим содержанием зеатина и ИУК в первой половине вегетации по сравнению с надземными вегетативными органами. Во второй половине вегетации

наблюдалась противоположная картина. Касательно АБК, то количество этого гормона в корневой системе было значительно больше над наземными вегетативными органами [4].

Таблица 1 – Влияние недостатка калия на гормональный баланс в надземных вегетативных органах

Вариант		Содержание фитогормонов на разных фазах онтогенеза, нг/г сухой массы					
		три листа	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость
Зеатин	Контроль	43,5±1,5	264,8±8,1	398,8±15,2	380,8±12,3	166,2±6,5	42,3±1,9
	Недостаток калия	20,1±0,7	133,2±5,5	164,8±6,3	221,1±8,2	100,4±3,4	28,1±0,7
ИУК	Контроль	24,4±1,1	148,9±6,4	240,8±10,5	231,1±9,8	100,4±4,2	63,1±2,1
	Недостаток калия	16,5±2,3	109,4±4,2	178,4±6,1	181,0±7,4	81,1±3,0	53,8±1,8
АБК	Контроль	27,6±0,9	124,7±5,7	174,7±7,3	270,5±9,8	327,7±14,3	333,9±5,7
	Недостаток калия	32,1±1,1	142,0±5,2	203,7±8,7	307,9±11,2	378,2±4,6	388,4±8,6
Отношение 3+ИУК/АБК	Контроль	2,3	3,2	3,5	2,4	0,7	0,3
	Недостаток калия	1,1	1,7	1,7	1,3	0,5	0,2

Таблица 2 – Влияние недостатка калия на гормональный баланс корневой системы

Вариант		Содержание фитогормонов на разных фазах онтогенеза, нг/г сухой массы					
		три листа	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость
Зеатин	Контроль	27,6±1,2	191,3±7,9	351,8±12,1	288,9±13,5	190,6±6,4	67,2±2,3
	Недостаток калия	18,3±0,7	149,9±5,2	285,7±10,3	240,5±9,8	160,9±7,2	60,1±2,1
ИУК	Контроль	20,8±0,8	123,9±2,5	200,3±5,2	150,7±4,3	97,9±2,6	53,7±1,8
	Недостаток калия	9,3±0,3	81,2±5,3	158,1±4,8	125,9±3,2	84,9±2,9	44,3±1,5
АБК	Контроль	26,8±1,1	90,9±3,2	134,5±4,8	176,7±6,2	181,1±7,3	244,0±10,1
	Недостаток калия	31,1±0,8	107,5±3,6	151,6±6,4	204,4±8,5	222,2±9,7	318,6±11,2
Отношение 3+ИУК/АБК	Контроль	1,7	3,3	4,0	2,4	1,5	0,4
	Недостаток калия	0,9	2,1	2,9	1,8	1,1	0,3

Сравнение коэффициентов показателей распределения фитогормонов по органам у контрольных растений с калийдефицитными растениями говорило о перераспределении гормонов между органами. Так, в условиях недостатка такого элемента, как калий, уменьшилось содержание зеатина в побегах к его содержанию в корнях [3]. Это может быть связано с уменьшением оттока цитокининов

из корневой системы в надземные вегетативные органы. Из разных источников видно, что цитокинины поступают в надземные органы с транспирационным током, который увеличивается в присутствии калия [6]. Можно отметить, что введение KNO₃ в питательную среду увеличивало содержание цитокининов в листьях и ксилемном соке риса [5]. Что касается ИУК и

АБК, то уровень этих гормонов у калийдефицитных растений в надземных органах существенно был выше над их содержанием в корневой системе по сравнению с контрольными растениями. Возможно, это также связано с нарушениями передвижения этих фитогормонов из надземных органов в корни в условиях дефицита калия в питании растений. В разных литературных источниках

показывают, что ауксины из фотосинтетически активных листьев могут передвигаться по флоэме вместе с током ассимилятов [4]. В условиях калийной недостаточности замедляется транспорт сахарозы по сосудам.

Нехватка калия влияет и на гормональный статус генеративных органов пшеницы (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние нехватки калия на гормональный баланс колоса пшеницы в ходе онтогенеза

Вариант		Содержание фитогормонов на разных фазах онтогенеза, нг/г сухой массы			
		колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость
Зеатин	Контроль	572,2±19,0	853,7±32,3	643,4±24,5	398,8±17,9
	Недостаток калия	430,0±17,1	658,2±20,1	521,9±22,7	339,8±14,2
ИУК	Контроль	237,2±10,4	165,1±7,3	93,7±2,6	53,3±3,1
	Недостаток калия	159,6±6,1	129,7±5,9	78,9±2,2	47,3±1,9
АБК	Контроль	87,1±3,2	106,4±4,1	324,0±11,9	471,0±12,4
	Недостаток калия	101,4±2,8	112,8±3,4	305,6±12,5	377,6±15,2
Отношение 3+ИУК/АБК	Контроль	9,1	9,4	2,2	1,0
	Недостаток калия	5,8	7,0	2,0	1,0

Однако уровень динамики гормонального баланса колосов пшеницы в не зависимости от условий выращивания был похожим друг на друга. Гормональный статус колоса показал значительные изменения в процессе онтогенеза [1].

Так, в фазе колошения и цветения содержание зеатина и ИУК значительно было больше, чем количество АБК. Поэтому отношение 3+ИУК/АБК в период цветения достигало максимально возможного значения. В начале фазы созревания зерновок содержание зеатина и ИУК уменьшалось, тогда, как АБК увеличивалось. В результате отношение 3+ИУК/АБК резко снижалось. Такое изменение гормонального баланса является одним из показателей перехода к созреванию и состоянию покоя [5]. Недостаток калия снизил содержание ростстимулирующих гормонов в колосе особенно в первый период его роста и формирования. После фазы цветения влияние уровня питания калием на гормональный статус колоса было не столь существенным.

Изменения в содержании фитогормонов сказались и на отношении 3+ИУК/АБК во всех органах пшеницы, которые испытывали калийное голодание (табл. 1, 2, 3). Снижение уровня зеатина, ИУК и повышение содержания АБК привело к уменьшению отношения 3+ИУК/АБК. Изменению отношения 3+ИУК/АБК соответствовали и ростовые показатели пшеницы. Так, уменьшению отношения 3+ИУК/АБК в вегетативных и генеративных органах пшеницы, выращенной при недостатке калия, соответствовало снижение темпов роста надземных органов, колоса и формирования элементов зерновой продуктивности. Растения, выращенные при пониженной дозе калия в питательной смеси, на фоне сниженного отношения 3+ИУК/АБК характеризовались уменьшением числа зерновок в колосе, крупности зерна, и как следствие, понизилась масса зерна с растения.

Заключение. Таким образом, по результатам наших исследований можно сделать вывод, что физиологическое действие калия на темпы роста и продуктивности, по

крайней мере, частично опосредованно изменениями гормонального статуса

растений пшеницы.

Литература

1. Основы агрономии: учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия, 35.04.04 Агрономия, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.06.01 Сельское хозяйство / *Н.И. Мамси́ров, А.Ч. Уджуху, А.Ю. Кишев, Ю.А. Чумаченко, З.Ш. Дагужиева.* – Майкоп, 2018.

2. Эффективность микроэлементов в земледелии / *З.С. Шибзухов, А.Ю. Кишев, И.М. Ханиева, Т.Б. Жеруков* // Аграрная Россия. – 2019. – № 1. – С. 19-23.

3. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от уровня фосфорного питания / *З.Г.С. Шибзухов, А.Ю. Кишев, И.М. Ханиева, Т.Б. Жеруков* // European research: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 80-82.

4. Иммуноферментный анализ регуляторов роста и развития растений. Применение в физиологии и экологии / *Кудоярова Г.Р. и др.* – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1990. – 164 с.

5. *Полевой В.В.* Фитогормоны. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 249 с.

6. Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. – М.: Наука, 1964. – 260 с.

statej XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2017. – S. 80-82.

4. Immunofermentnyj analiz reguljatorov rosta i razvitiya rastenij. Primenenie v fiziologii i ekologii / *Kudoyarova G.R. i dr.* – Ufa: BNC UrO AN SSSR, 1990. – 164 s.

5. *Polevoj V.V.* Fitogormony. – L.: Izd-vo LGU, 1982. – 249 s.

6. Rol' mineral'nyh elementov v obmene veshchestv i produktivnosti rastenij. – M.: Nauka, 1964. – 260 s.

References

1. Osnovy agronomii: uchebnoe posobie dlya obuchayushchihsya po napravleniyam podgotovki 35.03.04 Agronomiya, 35.04.04 Agronomiya, 35.03.07 Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii, 35.06.01 Sel'skoe hozyajstvo / *N.I. Mamsirov, A.Ch. Udzhuhu, A.Yu. Kishev, Yu.A. Chumachenko, Z.Sh. Daguzhieva.* – Majkop, 2018.

2. Effektivnost' mikroelementov v zemledelii / *Z.S. Shibzuhov, A.Yu. Kishev, I.M. Hanieva, T.B. Zherukov* // Agrarnaya Rossiya. – 2019. – № 1. – S. 19-23.

3. Produktivnost' ozimoy pshenicy v zavisimosti ot urovnya fosfornogo pitaniya / *Z.G.S. Shibzuhov, A.Yu. Kishev, I.M. Hanieva, T.B. Zherukov* // European research: sbornik

