

**Выводы.** Проведенные двухлетние испытания противозлаковых гербицидов на посевах сои сорта Георгия показали их высокую эффективность в уничтожении однолетних и многолетних злаковых сорняков. За годы исследований (по данным учета через 30 дней) сорняки угнетались на 91,2-93,7 % по количеству и на 88,3-91,0 % по биомассе – однолетние злаковые и на 89,0-94,4 % по количеству, 83,1-89,4 % по массе – многолетние злаковые. От использования гербицидов в посевах сои получен дополнительный урожай зерна 130,9-134,5 %.

#### Литература

1. Надежная гербицидная защита сои. <https://sungenta.ru/crops/soybeans/20220309-reliable-herbicide-protection-for-soybeans>.

2. Лантнев А.Б. Современный ассортимент средств защиты сои от вредных организмов. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Материалы Международной научно –

практической конференции. Т. 1. Вып. 11. – Краснодар: Изд-во «ЭДВИ», 2022. – С.255-262.

3. Агроэкологическая эффективность гербицидов на посевах сои. <https://xreferat.com/13/924-2-agroekologicheskaya-effektivnost-gerbicidev-na-posevah-soi.htm>.

4. Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние противозлаковых гербицидов на засоренность посевов сои сорта Светлая// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – №2(30). – С.81-84. Doi:10.2411/2309-348X-2019-11094

5. Преобладающие сорняки при возделывании сои. <https://sagrodialog.com.ua/preodladayushie-sornyaki-pri-htme-vozdelyvaniy-soi>

6. Защита сои от сорняков. <https://agronom.com.ua/zashhyta-soy-ot-sornyakov>.

7. Пырей ползучий. <https://direct.farm/knowledge/plant/manyyears/10>

8. Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Борьба с сорняками в посевах сои в Рязанской области.//Защита и карантин растений. – 2017. – №12. – С. 28-299.

9. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. «СПбСРП «Павел» ВОГ», 2013. – 280 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. /Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 185 с.

## THE EFFECTIVENESS OF GRAMMINICIDES IN SOYBEAN CROPS OF THE GEORGE VARIETY

*Zakharova Marina Nikolaevna, Rozhkova Lyudmila Vasilevna*

*The Institute of Seed Production and Agrotechnologies is a branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", RF 390502, Ryazan region, Ryazan district, Podvyazye village, Parkovaya str., 1.*

*E-mail: [marina.zakharova.64@bk.ru](mailto:marina.zakharova.64@bk.ru), E-mail: [podvyaze@bk.ru](mailto:podvyaze@bk.ru)*

*Due to their biological characteristics of shallow root penetration, low plant height, weak shading of the soil surface and slow growth during the growing season, soybean plants are especially sensitive to weeds in the period from germination to branching (40-50 days). With their untimely destruction, its yield is significantly reduced (up to 50-60%). Weeds compete with soybean plants in the use of nutrients, moisture, light, complicate harvesting, worsen the quality of products. Grass weeds make up the most aggressive competition at the beginning of the season. Creeping wheatgrass, chicken millet and gray bristles reduce the yield of soybean grain with a weediness of 5 pcs./m<sup>2</sup> by 18%, 12% and 5%, respectively, and with a weediness of 25 pcs./m<sup>2</sup> – 45%, 30% and 20%, respectively. The purpose of the study was to determine the biological and economic effectiveness of anti-oxalicides in soybean crops of the George variety in the fight against such malicious weeds as chicken millet and creeping wheatgrass. Tests of herbicides on soybean crops of the George variety were carried out according to the scheme: 1. Control (without herbicide treatment); 2. Quickstep, FEM – 0.8 l/ha; 3. Select, KE – 1,6 l/ha; 4. Censor Max, FEA – 1.8 l / ha. Two-year tests of anti-cancer herbicides on soybean crops of the Georgiy variety showed their high efficiency in the destruction of annual and perennial cereal weeds. Over the years of research (according to the accounting data after 30 days), weeds were inhibited by 91.2-93.7% in quantity and by 88.3-91.0% in biomass – annual cereals and by 89.0-94.4% by quantity, 83.1-89.4% by weight – perennial cereals. From the use of herbicides in soybean crops, an additional grain yield of 130.9-134.5% was obtained.*

*Key words: soybeans, herbicides, cereal weeds, efficiency, yield.*

*For citation: Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Efficiency of gramminicides in soybean crops of the Georgiy variety // Fertility.-2023.-No*

УДК 633.11.004.12 321:631.811.1

DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.07

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОВСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ

*Н.Н. Новиков, д.б.н., А.Н. Налиухин, д.с.-х.н., А.А. Соколов,*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»,  
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия,*

*E-mail: [tshanovikov@gmail.com](mailto:tshanovikov@gmail.com), e-mail: [naliuhin@yandex.ru](mailto:naliuhin@yandex.ru)*

*Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках  
Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030»*

*В опытах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве выяснено, что наиболее высокая зерновая продуктивность овса получена в варианте N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, в котором урожай зерна по сравнению с контролем (вариант без удобрений) возрос на 24-44 %, содержание в зерне белков – на 1,7-1,9 %. Более заметное влияние на продуктивность и качество зерна овса оказало внесение азота, под действием которого повышалась зерновая продуктивность растений, а в зерновках увеличилось накопление белков за счет усиления синтеза глютелинов, в созревшем и проросшем зерне возрастала активность всех изоферментов α-амилазы, каталазы, пероксидазы, что активизировало мобилизацию запасного крахмала и антиоксидантную защиту в прорастающем зерне. Под воздействием умеренных доз фосфорно-калийного питания (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) возрастали урожайность и белковистость зерна овса, тогда как при увеличении доз этих питательных элементов вследствие дефицита азота указанные показатели не*

увеличивались. При применении в фазе выметывания метелок фиторегулятора эпин-экстра в созревших зерновках овса повышалось содержание белков на 0,3–0,4 % за счет усиления синтеза глютенинов, активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, кислых и нейтральных  $\beta$ -амилаз и каталазы, щелочных пероксидаз, а в зерне 7-суточных проростков возрастала активность всех изоферментов каталазы, пероксидазы и щелочных  $\beta$ -амилаз.

**Ключевые слова:** качество зерна овса, режим питания растений, фиторегуляторы, активность амилаз, каталазы, пероксидазы в зерне.

Для цитирования: Новиков Н.Н., Налиухин А.Н., Соколов А.А. Формирование урожая и качества зерна овса в зависимости от режима питания растений и применения фиторегуляторов // Плодородие. – 2023. – №4. – С. 28-34. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.07.

В ходе полевых и лабораторных исследований установлено, что технологические и семенные качества зерна злаковых культур в значительной степени зависят от содержания в нем белков, их состава, а также активности в созревающих и прорастающих зерновках гидролитических и антиоксидантных ферментов, таких как амилазы, каталазы, пероксидазы. На эти показатели существенное влияние оказывают природно-климатические условия и режимы питания растений [1-5].

На развитие растений овса сильно влияют азотные удобрения, которые повышают зерновую продуктивность растений и содержание в зерне белков. Высокая эффективность азотных удобрений наблюдается при благоприятных гидротермических условиях, тогда как в дождливую погоду повышенные дозы азота вызывают полегание растений, снижение урожайности и качества зерна, а при засухе снижается урожайность овса, но повышается содержание в зерне белков. Фосфор и калий ускоряют созревание зерна, влияют на синтез углеводов и липидов. Важное условие эффективного применения удобрений под овес – определение правильного соотношения в них элементов питания [6-9].

В ходе физиолого-биохимических исследований установлено также влияние на формирование урожая и качества зерна злаковых культур регуляторных веществ, которые способны направленно воздействовать на биохимические процессы растений. В ряде опытов показано, что под влиянием фиторегуляторов, применяемых в поздние фазы развития злаковых растений (колошение, выметывание метелок), возможны воздействие на синтез в созревающих зерновках различных групп белков и активность ферментов, а также последствие регуляторных веществ на биохимические процессы в прорастающем зерне [10-12].

Однако точные параметры изменения состава белков и уровня активности в зерне ферментов гидролитического и антиоксидантного действия, в зависимости от режимов питания и применения регуляторных веществ в условиях конкретных природно-климатических регионов, для современных генотипов овса пока ещё не выяснены.

**Цель исследований** – установить влияние режима питания и фиторегуляторов (эпин-экстра, новосил) на формирование урожая, содержание и состав белков в зерне, активность изоферментов  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, каталазы и пероксидазы в созревшем и прорастающем зерне овса при выращивании на дерново-подзолистой почве.

Проводимые исследования позволяют определить режимы питания растений овса и фиторегуляторы, обеспечивающие получение зерна с улучшенными биохимическими показателями качества.

**Методика.** В качестве объекта исследований был взят сорт ярового овса Яков селекции Московского НИИСХ «Немчиновка», который выращивали на Полевой

опытной станции РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в 2021–2022 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: в 2021 г. содержание гумуса – 2,2 %,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,2;  $\text{N}_T$  – 3,8,  $\text{S}$  – 7,5 мг-экв/100 г почвы;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 315,  $\text{K}_2\text{O}$  – 112 мг/кг почвы (по Кирсанову); в 2022 г. содержание гумуса – 2,3 %,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,7;  $\text{N}_T$  – 2,1,  $\text{S}$  – 7,8 мг-экв/100 г почвы;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 275,  $\text{K}_2\text{O}$  – 130 мг/кг почвы (по Кирсанову). Опыты проводили в 5-кратной повторности, площадь делянки 1 м<sup>2</sup>. Удобрения вносили до посева в виде нитрата аммония, суперфосфата, хлорида калия. Норма высева 6 млн всхожих семян на 1 га. В фазе выметывания метелок растения овса опрыскивали растворами фиторегуляторов эпин-экстра (производства ННПП «НЭСТ М», д.в. 24-эпибрасинолид) и новосила (производства ООО «Эколенд-Сибирь», д.в. тритерпеновые кислоты).

В полевых опытах изучали следующие варианты: 1 – контроль, без внесения удобрений; 2 –  $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ ; 3 –  $\text{N}_{60}\text{K}_{60}$ ; 4 –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ ; 5 –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ ; 6 –  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ ; 7 –  $\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ ; 8 –  $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ ; 9 –  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{60}$ ; 10 –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  + эпин-экстра; 11 –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  + новосил. Нормы расхода действующих веществ фиторегуляторов составляли: эпин-экстра – 0,005, новосил – 40 мг/л рабочего раствора; расход рабочего раствора на 1 м<sup>2</sup> посева – 50 мл.

В ходе аналитических исследований в зерновках овса, прошедших послеуборочное дозревание, определяли содержание и состав белков, активность кислых ( $\text{pH}$  5,5), нейтральных ( $\text{pH}$  7), щелочных ( $\text{pH}$  8) изоферментов амилаз, каталазы и пероксидазы. Кроме того, активность указанных изоферментов изучали в зерне 7-суточных проростков. Для создания необходимой реакции среды при определении активности ферментов использовали 1/15 М фосфатный буфер.

Содержание в зерне белков оценивали по белковому азоту, белковые фракции экстрагировали обессоленной водой, 10 %-ным раствором  $\text{KCl}$ , 70 %-ным раствором этанола, 0,2 %-ным раствором  $\text{NaOH}$  [13]. Амилазы определяли методом иодокрахмальной пробы, каталазы – по Баху и Опарину [14], пероксидазы – методом пероксидного окисления тирозина [15]. Для выяснения последствий действия изучаемых факторов на активность указанных ферментов в процессе прорастания зерновки овса проращивали на воде при температуре 25 °С в течение 7 суток.

Урожай зерна и аналитические данные статистически оценивали с использованием дисперсионного анализа и программного обеспечения «Straz» (модификация информационно-вычислительного центра РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. Версия 2.1 1989–1991).

**Результаты и их обсуждение.** Условия вегетации растений овса в проведенных опытах заметно различались по гидротермическим условиям: ГТК за период вегетации в 2021 г. был равен 1,5, а в 2022 г. – 1,0. В 2021 г. во время всходов овса и налива зерна (июль) была повышенная температура и засуха, а в июне – избыточное

количество осадков и в связи с этим значительные потери азота. В опыте 2022 г. по сравнению с предшествующим годом вследствие более благоприятных погодных условий отмечались более высокие урожайность и белковистость зерна овса (табл. 1).

### 1. Зерновая продуктивность растений и содержание белков в зерне овса

Вариант	2021 г.		2022 г.	
	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	Содержание белков, % сух. массы	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	Содержание белков, % сух. массы
1. Контроль (б/у)	160	8,1	552	9,0
2. P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	201	9,0	593	9,4
3. N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	210	9,2	593	9,9
4. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	207	9,6	591	10,4
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	211	9,8	636	10,1
6. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	231	10,0	686	10,9
7. N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	212	9,4	621	10,3
8. N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	215	10,1	654	11,1
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	222	10,2	656	10,9
10. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + эпин-экстра	208	10,1	639	10,5
11. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + новосил	206	9,9	634	10,1
HCP <sub>05</sub>	8	0,2	19	0,1

При сравнении результатов проведенных опытов выяснено, что наиболее высокая зерновая продуктивность растений овса получена в варианте N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, в котором урожай зерна по сравнению с контролем (вариант без удобрений) возрастал на 24-44 %, содержание в зерне белков – на 1,7-1,9 %. Под воздействием удобрений в этом варианте происходили усиление синтеза в зерне запасных белков – авенинов и глобулинов и снижение содержания глобулинов, водорастворимых и неэкстрагируемых белков (табл. 2). Это в определенной степени снижало биологическую ценность суммарных белков, так как в зерновках уменьшалась доля белков с повышенным содержанием незаменимых аминокислот – водорастворимых белков и глобулинов [2].

### 3. Активность α-амилаз в зерне овса, мг гидролизованного крахмала за 1 мин в расчете на 1 г сухой массы

№ варианта	В созревшем зерне			В зерне 7-суточных проростков		
	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0
1	1,8/6,5	1,3/5,7	1,0/2,6	323/534	225/377	99/186
2	2,8/8,6	2,7/6,8	1,4/4,0	353/549	265/396	111/183
3	4,3/14,3	3,7/12,7	2,4/8,0	410/551	277/367	167/245
4	4,8/16,2	4,4/14,3	2,0/7,5	399/531	287/365	177/254
5	4,9/14,6	4,2/12,4	2,1/6,3	385/529	303/395	169/233
6	10,7/29,2	8,1/23,6	4,3/13,0	496/488	366/356	300/305
7	5,8/16,9	4,2/12,4	2,7/8,3	396/560	276/366	182/256
8	10,1/27,3	6,8/23,5	4,8/13,3	442/487	333/373	219/239
9	9,6/31,9	8,4/23,0	4,8/13,9	480/529	352/369	233/263
10	7,1/18,0	4,9/13,4	2,9/9,9	450/553	322/394	210/228
11	6,2/16,0	4,1/13,3	2,2/8,1	387/534	278/384	183/257
HCP <sub>05</sub>	0,3/1,1	0,2/0,7	0,1/0,4	15/27	13/17	7/11

### 4. Активность β-амилаз в зерне овса, мг гидролизованного крахмала за 1 мин в расчете на 1 г сухой массы

№ варианта	В созревшем зерне			В зерне 7-суточных проростков		
	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0
1	13,4/40,1	10,2/32,6	5,9/21,1	152/94	97/55	44/14
2	13,7/44,9	10,7/36,4	5,9/19,9	151/120	93/80	45/31
3	15,2/46,2	11,9/40,1	7,1/25,2	144/181	102/142	59/66
4	14,3/43,8	11,9/38,6	6,6/24,3	155/206	96/143	56/67
5	15,3/48,0	11,6/37,1	6,7/23,1	150/183	90/133	56/72
6	17,5/59,4	14,4/45,9	6,8/22,3	81/274	65/217	41/154
7	15,7/50,6	10,4/35,4	6,7/23,9	146/163	97/134	58/74
8	17,1/55,3	12,5/40,4	7,9/25,8	132/271	88/188	66/146
9	17,7/52,0	13,7/45,3	7,1/23,8	105/242	83/215	58/127
10	16,6/54,1	12,6/41,1	6,6/19,6	120/203	81/144	63/139
11	15,3/50,5	11,5/34,5	5,8/20,9	166/196	98/115	68/84
HCP <sub>05</sub>	0,6/1,7	0,4/1,2	0,1/0,8	12/17	8/12	3/7

### 2. Влияние режима питания и фиторегуляторов на состав белков в зерне овса (азот фракций в % от общего белкового азота)

№ варианта	Водорастворимые белки	Глобулины	Авенины	Глютелины	Неэкстрагируемые белки
1	18,5/22,5	25,9/27,5	11,8/12,5	34,1/30,0	9,7/7,5
2	17,6/22,0	26,4/27,0	12,1/13,0	35,2/31,0	8,6/7,0
3	17,2/21,0	25,1/26,0	12,3/14,0	36,0/31,0	9,3/8,0
4	17,7/20,5	26,0/25,0	12,6/15,0	35,8/31,5	8,0/8,0
5	17,8/19,0	24,4/25,0	12,2/16,5	37,6/32,5	7,9/7,0
6	16,9/17,5	22,1/24,4	13,2/18,2	41,6/33,8	6,2/6,1
7	17,4/16,7	25,6/25,8	12,4/17,4	36,8/32,5	7,8/7,6
8	16,4/17,0	22,1/24,1	13,2/16,7	41,0/35,1	7,2/7,1
9	16,3/17,5	23,1/23,8	12,8/17,2	41,2/34,1	6,6/7,4
10	16,5/18,8	23,8/24,8	12,9/15,2	39,2/33,8	7,6/7,4
11	17,1/19,9	25,3/25,8	12,8/14,4	38,7/32,8	6,0/7,1
HCP <sub>05</sub>	0,2/0,2	0,3/0,3	0,1/0,2	0,4/0,4	0,1/0,1

Примечание. До черты в опыте 2021 г., после черты – 2022 г. (здесь и в табл. 3-6).

Кроме того, в варианте N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> по сравнению с контролем возрастала активность всех изоферментов α-амилазы, каталазы, пероксидазы как в созревшем, так и в проросшем зерне овса (табл. 3-6). Активность всех изоферментов β-амилазы в этом варианте также возрастала в созревшем зерне и зерне проростков в опыте 2022 г., тогда как в опыте 2021 г. активность β-амилаз в зерне проростков снижалась вследствие повышенного накопления глютелинов, с которыми в эндосперме зерна связаны β-амилазы [2]. Поэтому их переход в свободное состояние происходил более медленно.

Повышенная активность амилаз, каталаз и пероксидаз в проросшем зерне свидетельствовала об улучшении семенных качеств такого зерна, так как ускорялась мобилизация крахмала в прорастающем зерне и усиливались защитные реакции от пероксидного окисления. Повышение активности указанных ферментов в зерне овса под воздействием применяемых удобрений связано с тем, что в результате снижения в зерновках концентрации водорастворимых белков меньше синтезировалось белковых ингибиторов ферментов, которые содержались в этой фракции белков [9].

**5. Активность каталаз в зерне овса, мккат в расчете на 1 г сухой массы**

№ варианта	В созревшем зерне			В зерне 7-суточных проростков		
	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0
1	0,24/0,25	1,10/0,95	1,00/0,99	0,28/0,31	1,21/1,09	1,03/1,11
2	0,28/0,28	1,18/1,02	1,28/1,11	0,32/0,33	1,23/1,17	1,27/1,15
3	0,36/0,31	1,29/1,15	1,30/1,25	0,42/0,39	1,37/1,25	1,33/1,30
4	0,35/0,30	1,26/1,14	1,26/1,23	0,46/0,39	1,32/1,29	1,40/1,31
5	0,34/0,30	1,25/1,14	1,33/1,17	0,45/0,42	1,33/1,24	1,38/1,35
6	0,43/0,35	1,31/1,23	1,37/1,43	0,76/0,69	1,43/1,42	1,57/1,63
7	0,36/0,32	1,21/1,11	1,20/1,19	0,51/0,47	1,35/1,27	1,38/1,42
8	0,42/0,35	1,38/1,19	1,34/1,27	0,68/0,68	1,40/1,38	1,49/1,52
9	0,42/0,35	1,34/1,22	1,39/1,40	0,73/0,64	1,41/1,48	1,47/1,60
10	0,38/0,32	1,28/1,15	1,21/1,35	0,59/0,51	1,38/1,38	1,46/1,48
11	0,35/0,31	1,26/1,12	1,21/1,25	0,53/0,52	1,30/1,32	1,36/1,43
НСР <sub>05</sub>	0,02/0,01	0,03/0,02	0,02/0,02	0,02/0,03	0,03/0,05	0,03/0,04

**6. Активность пероксидаз в зерне овса, мккат в расчете на 1 г сухой массы**

№ варианта	В созревшем зерне			В зерне 7-суточных проростков		
	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0	pH 5,5	pH 7,0	pH 8,0
1	0,31/0,30	2,76/1,91	4,23/3,42	1,48/1,42	3,84/3,12	6,54/5,97
2	0,36/0,35	2,99/2,48	4,58/3,88	1,64/1,54	4,31/3,32	7,18/6,20
3	0,50/0,45	3,63/3,09	5,32/5,12	2,35/1,98	4,86/3,75	8,35/6,70
4	0,52/0,51	3,80/3,32	5,54/4,88	2,42/2,06	4,90/3,83	8,54/6,72
5	0,53/0,43	3,76/2,81	5,44/4,88	2,54/1,93	4,96/3,65	8,57/6,70
6	0,77/0,58	4,00/3,98	6,04/5,91	3,05/2,52	5,72/4,75	9,80/7,43
7	0,56/0,48	3,70/3,19	5,41/4,77	2,60/1,83	5,26/3,84	8,52/6,94
8	0,85/0,60	4,04/3,90	6,11/5,99	2,90/2,52	5,62/4,54	8,84/7,57
9	0,79/0,59	3,85/3,99	6,04/5,79	2,99/2,42	5,78/4,31	9,32/7,21
10	0,58/0,54	3,85/3,21	5,79/5,22	2,77/2,35	5,10/4,32	9,01/7,13
11	0,52/0,48	3,77/3,07	5,42/5,11	2,56/2,10	4,76/3,93	8,72/6,87
НСР <sub>05</sub>	0,06/0,05	0,12/0,10	0,22/0,20	0,08/0,13	0,13/0,18	0,14/0,27

Наиболее заметное действие на формирование урожая и биохимических показателей качества зерна овса оказывал режим азотного питания растений. При внесении азота возрастала зерновая продуктивность растений овса, а в зерновках повышалось общее содержание белков за счет увеличения накопления главным образом глютелинов, тогда как доля глобулинов в общем белковом комплексе зерна уменьшалась. Следует отметить, что повышение общего содержания белков в зерновках овса улучшало их качество, а уменьшение фракции глобулинов несколько снижало биологическую ценность белков зерна.

Под воздействием азотного удобрения в созревшем и проросшем зерне овса возрастала активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, каталазы и пероксидазы. В результате последствия высокой дозы азота в опыте 2021 г. в проросшем зерне овса снижалась активность изоферментов  $\beta$ -амилазы, что связано с повышенным накоплением в зерне глютелинов, которые замедляли переход этих ферментов в растворимую форму.

Под влиянием умеренных доз фосфорно-калийного питания ( $P_{60}K_{60}$ ) по сравнению с контролем возрастала урожайность и белковистость зерна овса, тогда как при высоких дозах фосфорно-калийного питания вследствие дефицита азота указанные показатели уже не повышались. При усилении фосфорно-калийного питания растений овса в его зерновках повышалось накопление авенинов и понижалось содержание водорастворимых белков, в созревшем зерне повышалась активность кислых и щелочных  $\alpha$ -амилаз, кислых каталаз, а в зерне 7-суточных проростков – нейтральных пероксидаз.

Зерновая продуктивность растений овса заметно возрастала под воздействием повышенной дозы фосфора в варианте  $N_{120}P_{120}K_{120}$  по сравнению с вариантом  $N_{120}P_{60}K_{120}$ , а содержание в зерне белков в этих условиях или не изменялось, или даже снижалось. Под влиянием фосфорного удобрения в созревших зерновках овса

повышалось накопление авенинов или глютелинов, но снижалось содержание неэкстрагируемых белков, а также повышалась активность кислых и нейтральных  $\alpha$ -амилаз и снижалась активность щелочных  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз. В зерне 7-суточных проростков в результате последствия фосфорного удобрения возрастала активность нейтральных  $\alpha$ -амилаз и щелочных каталаз.

Урожайность овса возрастала при внесении повышенной дозы калия в варианте  $N_{120}P_{120}K_{120}$  на фоне  $N_{120}P_{120}K_{60}$ , тогда как содержание белков или не изменялось, или снижалось. В опытах двух лет отмечена общая тенденция к возрастанию содержания в зерне овса глютелинов и уменьшению доли неэкстрагируемых белков при усилении калийного питания растений. Под воздействием калия в созревших зерновках овса снижалась активность нейтральных  $\alpha$ -амилаз и повышалась активность кислых  $\beta$ -амилаз, а в проросшем зерне возрастала активность нейтральных  $\alpha$ -амилаз и кислых каталаз.

Под воздействием фиторегулятора эпин-экстра урожай зерна не изменялся, а содержание белков в зерне овса повышалось на 0,3-0,4 %. При этом возрастало накопление глютелинов и снижалась концентрация водорастворимых белков. В результате применения этого фиторегулятора в созревших зерновках овса повышалась активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, кислых и нейтральных  $\beta$ -амилаз и каталаз, щелочных пероксидаз, но снижалась активность щелочных  $\beta$ -амилаз. В проросшем зерне повышалась активность щелочных  $\beta$ -амилаз и всех изоферментов каталазы и пероксидазы.

Фиторегулятор новосил не изменял урожайности и белковистости зерна овса, но увеличивал содержание в зерне глобулинов, что повышало биологическую ценность суммарных белков. Под воздействием этого фиторегулятора в созревшем зерне овса возрастало содержание кислых и щелочных  $\alpha$ -амилаз, но снижалась активность щелочных  $\beta$ -амилаз, а в зерне проростков

возрастала активность щелочных  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз и кислых каталаз.

Изучение активности амилотических и антиоксидантных ферментов показало, что в созревшем и проросшем зерне овса повышена активность кислых изоферментов  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, нейтральных и щелочных изоформ каталазы и щелочных изоферментов пероксидазы. Кроме того, следует отметить, что полученное в проросшем зерне овса повышение активности определенных изоферментов  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, каталазы и пероксидазы при применении фиторегуляторов эпин-экстра и новосила свидетельствовало об улучшении посевных качеств зерна. Наибольший эффект получен от фиторегулятора эпин-экстра, который также повышал содержание белков в зерне овса.

**Выводы.** В опытах на дерново-подзолистой средне-суглинистой почве выяснено, что наиболее высокая зерновая продуктивность растений овса получена в варианте  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , в котором урожай зерна по сравнению с контролем (вариант без удобрений) возрастал на 24–44 %, содержание в зерне белков – на 1,7–1,9 %. Под воздействием удобрений в этом варианте происходило усиление синтеза в зерне авенинов и глютелинов, а также возрастала активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, каталазы, пероксидазы как в созревших, так и проросших зерновках овса, что свидетельствовало об улучшении семенных качеств зерна.

Более заметное влияние на показатели продуктивности и качества зерна овса оказывало внесение азота, под влиянием которого возрастала зерновая продуктивность растений, а в зерновках увеличивалось накопление белков за счет усиления синтеза глютелинов. Кроме того, в созревшем и проросшем зерне повышалась активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, каталазы, пероксидазы, что активизировало мобилизацию запасного крахмала и антиоксидантную защиту в прорастающем зерне.

При внесении умеренных доз фосфорно-калийного питания ( $P_{60}K_{60}$ ) возрастали урожайность и белковистость зерна овса, тогда как при увеличении доз этих питательных элементов вследствие дефицита азота указанные показатели не повышались. В результате усиления фосфорно-калийного питания растений овса в его зерновках повышалось накопление авенинов и снижалось содержание водорастворимых белков, в созревшем зерне повышалась активность кислых, щелочных  $\alpha$ -амилаз и кислых каталаз, а в зерне 7-суточных проростков – нейтральных пероксидаз.

Зерновая продуктивность растений овса заметно возрастала под влиянием повышенной дозы фосфора ( $P_{120}$ ), а содержание в зерне белков в этих условиях или не изменялось, или снижалось. В результате усиления фосфорного питания растений овса в его созревших зерновках повышалось содержание авенинов и глютелинов, а также возрастала активность кислых и нейтральных  $\alpha$ -амилаз, но снижалась активность щелочных  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз, тогда как в зерне 7-суточных проростков повышалась активность нейтральных изоферментов  $\alpha$ -амилазы и щелочных каталаз.

Урожайность овса также возрастала при внесении повышенной дозы калия ( $K_{120}$ ), тогда как содержание в зерне белков не изменялось или снижалось. При усилении калийного питания в созревшем зерне овса повышалось содержание глютелинов и уменьшалась доля неэкстрагируемых белков, возрастала активность кислых  $\beta$ -амилаз, но снижалась нейтральных  $\alpha$ -амилаз. В результате последствия калийного удобрения в проросшем зерне овса повышалась активность нейтральных  $\alpha$ -амилаз и кислых каталаз.

Из двух изученных фиторегуляторов (эпин-экстра, новосил) выявлено более эффективное действие на биохимические показатели качества зерна овса фиторегулятора эпин-экстра, при применении которого в фазе выметывания метелок в созревших зерновках повышались содержание белков на 0,3–0,4 % за счет усиления синтеза глютелинов, активность всех изоферментов  $\alpha$ -амилазы, кислых и нейтральных  $\beta$ -амилаз и каталаз, щелочных пероксидаз, а в проросшем зерне возрастала активность всех изоферментов каталазы, пероксидазы и щелочных  $\beta$ -амилаз.

#### Литература

1. Баталова Г.А. Формирование урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10–13.
2. Новиков Н.Н. Биохимические основы формирования качества продукции растениеводства. – М.: Издательство РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 194 с.
3. Novikov N.N., Zharikhina A.A. Protein composition and grain quality of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the level of nitrogen nutrition and phyto regulators use in case of cultivation on sod-podzol medium loamy soil // Izvestiya TSKhA. – 2013, special issue. – P. 142–152.
4. Новиков, Н.Н., Соловьева Н.Е. Формирование качества зерна пивоваренного ячменя в зависимости от режима питания и применения фиторегуляторов при выращивании на дерново-подзолистой почве // Агрохимия. – 2019. – №2. – С. 43–51.
5. Peterson, D.M. Oat – a multifunctional grain // Proc. 7th International Oat Conference. – MTT Agrifood Research Finland. – 2004. – P. 21–26.
6. Гамзаева, Р.С. Динамика активности амилотических ферментов в прорастающих зерновках ярового ячменя, выращенного на возрастающих дозах азотных удобрений // Сб. тр. научн. конф. «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 9–11.
7. Завалин А.А., Потанов В.И. Формирование урожая и качества зерна ячменя и овса в зависимости от доз и сроков внесения азота // Агрохимия. – 1996. – № 11. – С. 20–26.
8. Каскарбаев Ж.А., Салаченок Е.П. Формирование продуктивности посевов овса в зависимости от сорта, срока посева и удобрений // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 33–34.
9. Новиков Н.Н. Биохимия растений. – М: ЛЕНАНД, 2022. – 680 с.
10. Прусакова Л.Д., Чижова С.И. Роль брассиностероидов в росте, устойчивости и продуктивности растений // Агрохимия. – 1996. – № 11. – С. 137–150.
11. Шатилова Т.И., Герчу Я.П., Бобков А.А., Тюленева Е.А., Попова С.А., Витол И.С., Карпиленко Г.П. Препараты фиторегуляторов в производстве и формировании качества зерновых культур // Известия ТСХА. – 2007. – №3. – С. 75–82.
12. Новиков Н.Н., Мякинков А.Г., Сычев Р.В. Влияние фиторегуляторов на формирование урожая и пивоваренных свойств зерна ячменя при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Известия ТСХА. – 2011. – № 3. – С. 78–88.
13. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
14. Новиков, Н.Н., Таразанова Т.В. Лабораторный практикум по биохимии растений. – М.: Изд. РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 97 с.
15. Новиков, Н.Н. Новый метод определения активности пероксидаз в растениях // Известия ТСХА. – 2016. – № 3. – С. 36–46.

#### FORMATION OF THE YIELD AND QUALITY OF OAT GRAIN DEPENDING ON THE PLANT NUTRITION REGIME AND THE USE OF PHYTOREGULATORS WHEN GROWING ON SOD-PODZOLIC SOIL

N.N. Novikov, Doctor of Biological Sciences, A.N. Naliuhin, Doctor of Agricultural Sciences, A.A. Sokolov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moscow, 127550, Russia, E-mail: tshanovikov@gmail.com

In field experiments on sod-podzolic medium loamy soil, it was found that the highest grain productivity of oat plants was obtained in the N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> variant, in which the grain yield increased by 24-44% compared to the control (the variant without fertilizers), the protein content in the grain was getting higher by 1.7-1.9 %. The introduction of nitrogen had a more noticeable effect on the productivity and quality of oat grain, under the influence of which the grain productivity of plants increased, and the accumulation of proteins in the grains became higher due to enhanced synthesis of glutelins, the activity of all alpha-amylase, catalase, peroxidase isoenzymes increased in the ripened and sprouted grain, which activated the mobilization of spare starch and antioxidant protection in germinating grain. Under the influence of moderate doses of phosphorus-potassium nutrition (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), the yield and protein content of oat grains increased, whereas with higher doses of these nutrients due to nitrogen deficiency, these indicators did not increase. When using the epin-extra phytohormone in the panicle sweeping phase, the protein content in ripe oat grains increased by 0.3–0.4% due to enhanced synthesis of glutelins and the activity of all α-amylase isoenzymes, acidic and neutral β-amylases and catalases, alkaline peroxidases was getting higher, besides in 7-day-old seedlings grain the activity of all isoenzymes of catalase, peroxidase and alkaline β-amylases also increased.

Keywords: oat grain quality, plant nutrition regime, phytohormones, activity of amylases, catalases, peroxidases in grain.

УДК 551.58:635.21

DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.08

## УСТОЙЧИВОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

И.Г. Козлов<sup>1</sup>, М.А. Петрова<sup>1</sup>, И.И. Бочарников<sup>2</sup>, Н.Ф. Денискина<sup>2</sup>, к.б.н.

<sup>1</sup>ФГБНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

[ilyak501@gmail.com](mailto:ilyak501@gmail.com), [bocharnikov.i.official@gmail.com](mailto:bocharnikov.i.official@gmail.com), [nategor@yandex.ru](mailto:nategor@yandex.ru)

Работа выполнена по госзаданию №429-2021-0002

Вода – важнейший фактор жизнедеятельности растений. В последние годы в связи с изменением климата водный ресурс становится критичным и расходование влаги должно быть сберегающим. Влагосбережение за счет использования различных адсорбентов (гидрогелей) приобретает все большее значение. Адсорбенты впитывают воду и удерживают в себе. Исследовано и проанализировано влияние гидрогелей с добавлением минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность картофеля сорта Невский (среднеранний) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Московской области в 2021-2022 г. при густоте посадки 50,0 тыс. растений на 1 га, ширине междурядий 75 см по стандартной технологии. В опыте применяли NPK – 30:30:80 д.в./га, препарат Ризобакт [число жизнеспособных клеток *Corynebacterium freneyi* не менее  $1 \cdot 10^9$  –  $5 \cdot 10^9$  КОЕ/мл, массовая доля сухого остатка – 0,05 %, рН (1%-ный раствор) – 6,0-7,0] в дозе 1-2 л/10 л воды. Использовали гидрогель на основе полиакрилата натрия. В воду добавляли NPK или биопрепарат до полного их растворения, затем в жидкость добавляли гидрогель и вносили в лунки. Гидрогель с NPK или биопрепаратом вносили в лунку в количестве 4 г и равномерно распределяли по площади лунки. Внесение гидрогеля с добавлением минеральных удобрений и биопрепаратов позволило увеличить биологический коэффициент размножения и урожайность при добавлении минеральных удобрений на 31-32 %, при добавлении биопрепарата на 15,4-16,2 %.

Ключевые слова: картофель, гидрогель, биопрепарат, минеральное питание, сорт

Для цитирования: Козлов И.Г., Петрова М.А., Бочарников И.И., Денискина Н.Ф. Устойчивое возделывание картофеля в условиях изменения климата// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 33-37. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.08.

В последние годы климат в мире заметно меняется. По данным климатологов, «с 1850 г. каждое из последних четырех десятилетий было более теплым по сравнению с любым предшествующим десятилетием. Глобальная температура в 2011-2020 г. поднялась на 1,09°C по сравнению с 1850-1900 годами. Над сушей она повысилась сильнее, чем над океаном» [5]. Климат в России также заметно меняется. Наблюдаются резкие изменения погоды, увеличивается количество природных катастроф. По данным главы Росгидромета А. Фролова, в России средняя годовая температура растет в 2,5 раза быстрее, чем во всем мире. Наиболее активное потепление в северных районах РФ. Средняя температура зимой на всей территории России может увеличиться на 2-5 °С. Повышение летних температур будет менее выраженным и составит 1-3 °С [5]. Из-за повышения температуры водных ресурсов будет не хватать, особенно для сельскохозяйственного производства

Для успешного возделывания культур в условиях изменения климата необходимо искать новые технологические приемы влагосбережения. Конечно, в первую очередь необходимо возделывать засухоустойчивые сорта, но и использовать севообороты (особенно многолетние травы в них), вносить в почву органические вещества, кальцийсодержащие мелиоранты, применять почвосберегающие обработки, водные адсорбенты и др. [3]. Влагосбережение за счет использования различных адсорбентов (гидрогелей) вызывает все больший интерес. Адсорбенты впитывают воду и удерживают в себе. При их подготовке к применению возможно использование различных наполнителей: водорастворимых удобрений, микробиологических препаратов, различных стимуляторов и т.д. В этом случае корневая система получает в доступной форме минеральное питание, не пересушивается и не загнивает.

Гидрогель – это водопоглощающий полимер в виде гранул, который обладает уникальной способностью