

**С.А. Васильченко**, кандидат сельскохозяйственных наук;  
**Г.В. Метлина**, кандидат сельскохозяйственных наук;  
**Н.В. Нехорошова**, научный сотрудник,  
ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»  
(347740, г. Зерноград, Научный городок 3, email: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru))

## **ВЛИЯНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ НУТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Для засушливых районов Ростовской области наиболее перспективной зернобобовой культурой является нут, обладающий высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и повреждению болезнями и вредителями. Цель исследований – выявить изменения урожайности и содержания белка в зерне нута в зависимости от метеорологических условий южной зоны Ростовской области.

Исследования проводили в 2012-2016 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур им. И.Г. Калиненко (лаборатория технологии возделывания пропашных культур), расположенный в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым и недостаточным увлажнением. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, карбонатный. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10, допущенный к использованию по Ростовской области.

В статье приведены результаты корреляционного анализа влияния метеоусловий южной зоны Ростовской области на продолжительность вегетационного периода, урожайность и содержание белка в зерне нута. Корреляционный анализ выявил сильную связь продолжительности вегетационного периода от количества осадков ( $r = 0,92$ ) и суммы температур ( $r = -0,86$ ). На содержание белка в зерне нута большое положительное влияние оказывали метеорологические условия во второй половине вегетации: сумма температур ( $r = 0,90$ ), осадков ( $r = 0,87$ ) и ГТК ( $r = 0,76$ ).

Регрессионный анализ влияния осадков и температуры воздуха на урожайность и содержание белка выявил изменение величин от погодных факторов. Определены интервалы осадков и суммы температур, при которых формируются наибольшие урожайность и содержание белка. В годы исследований осадки и температура воздуха по-разному влияли на урожайность и содержание белка в зерне. Так, наибольшая урожайность формировалась при сумме за вегетационный период осадков 200-220 мм и сумме температур 1750 - 1950 °C, а наибольшее содержание белка в зерне нута отмечалось при сумме температур 2100-2150 °C и сумме осадков 100-120 мм.

**Ключевые слова:** нут, урожайность, метеоусловия, содержание белка, корреляционный анализ.

**S.A. Vasilchenko**, Candidate of Agricultural Sciences;

**G.V. Metlina**, Candidate of Agricultural Sciences;

**N.V. Nekhoroshova**, research officer,

*FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy"*

*(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)*

## **THE EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON PRODUCTIVITY AND PROTEIN CONTENT IN CHICKPEA AT ITS CULTIVATION IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION**

Chickpea is the most promising crop for dry parts of the Rostov region, as it is drought tolerant, resistant to lodging, diseases and pests. The purpose of the study is to find out the deviations of productivity and protein content in chickpea depending on meteorological conditions in the southern part of the Rostov region. The experiments were conducted in 2012-2016 at the fields of the All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko (laboratory of cultivation technology of row-crop), which are located in the southern soil-climatic part of the Rostov region with unstable and insufficient humidity. The soil on the fields is heavy loamy, carbonaceous black earth (chernozem). The object of the study was the chickpea variety 'Volgogradsky 10', approved to use in the Rostov region. The article presents the results of the correlation analysis of the effect of meteorological conditions of the southern part of the Rostov region on the duration of vegetation period of chickpea, its productivity and protein content. The correlation analysis showed a great dependence of the duration of vegetation period on the amount of precipitations ( $r=0.92$ ) and the sum of temperatures ( $r=-0.86$ ). The meteorological conditions during the second half of vegetation period, i.e. sum of temperatures ( $r=0.90$ ), amount of precipitations ( $r=0.87$ ) and GTK ( $r=0.76$ ), had a positive effect on protein content in chickpea kernels. The regressive analysis of the effect of precipitations and air temperature on productivity and protein content showed the change of its indexes due to climatic factors. The intervals between precipitations and sum of temperatures which increase productivity and protein content have been established. During the years of study precipitations and air temperatures influenced on productivity and protein content in kernels in different ways, as the largest yields were obtained at 200-220 mm of precipitations and 1750-1950°C during the vegetation period; the largest amount of protein in chickpea kernels were received at 100-120 mm of precipitations and 2100-2150°C.

**Keywords:** chickpea, productivity, meteorological conditions, protein content, correlation analysis.

Стабилизирующей основой большинства систем земледелия и формирования устойчивых агроэкосистем являются бобовые растения, обеспечивающие за счёт формирования активного бобово-ризобиального симбиоза рост интенсивности усвоения азота из воздуха, увеличение продуктивности растений [1].

Культура нута обладая высокой устойчивостью к засухе, технологичностью в уборке, также может значительно стабилизировать производство высокобелкового зерна и повысить устойчивость всей агроэкосистемы [2].

Ценность нута, обусловлена и тем, что он может хорошо произрастать и давать высокие урожаи в тех районах, где другие зернобобовые культуры менее продуктивны. В засушливых условиях нут по урожайности превосходит все другие зернобобовые культуры, что связано с тем, что основные районы возделывания его относятся к засушливым регионам [3].

Содержание белка в семенах нута варьирует от 20,1 до 32,4%. Причём белок нута отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, особенно лизина (в 1 кг. ячменя – 4,1 г; нута – 31,2 г), до 8% жира, 48-60% углеводов. В зерне нута содержатся витамины PP<sub>1</sub>, A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> [4,5,6].

Цель исследований – выявить изменения урожайности и содержания белка в зерне нута в зависимости от метеорологических условий южной зоны Ростовской области.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2012-2016 гг. в ФГБНУ АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым увлажнением.

Зона проведения опытов характеризуется полузасушливым климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой. ГТК – 0,80 - 0,85, годовое количество осадков 450-500. Среднемноголетняя сумма температур воздуха выше 10 °C составляет 3304 °C [7].

Почвы опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH - 7,1; гумус - 3,5%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20 - 25; K<sub>2</sub>O – 300 - 350 мг/кг почвы.

Метеорологические условия, по данным метеостанции «Зерноград», за вегетацию нута в годы проведения исследований были следующие: 2012, 2014, 2015 гг. – засушливые (ГТК 0,79; 0,75 и 0,79), 2013 г. – очень засушливый (ГТК 0,58), 2016 – слабозасушливый (ГТК 1,03); сумма температур достигала 2099,0 °C (в среднем по годам – 1962,2 °C), а сумма осадков – 216,0 мм (в среднем по годам – 154,8 мм).

Объектом исследований являлся сорт Волгоградский 10 – среднеспелый, засухоустойчивый, устойчив к полеганию, осыпанию, масса 1000 семян – 227 - 268 г, содержание белка – до 26%.

Агротехника в опыте общепринятая для зоны исследований. Площадь учётной делянки – 50 м<sup>2</sup>, повторность – четырёхкратная, предшественник – озимая пшеница.

Посев проводили в оптимальные сроки сеялкой СН-16 с нормой высея 800 тыс. всхожих семян/на 1 га.

Биоэнергетическую оценку технологии возделывания нута проводили согласно методике А.А. Кива, В.М. Рабштына, В.И. Сотников [8]. Оценка метеорологический условий вегетации нута выполнена согласно А.П. Лосева [9].

Математическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием персонального компьютера [10].

**Результаты.** В среднем за годы исследований среднесуточная температура воздуха составляла 22,0 °C, что достаточно для нормального развития растений. Среднесуточная температура воздуха во второй половине вегетации была более высокой (24,2 °C), чем в первой, что отразилось на общей сумме температур за этот период (1126,0 °C) (табл. 1).

1. Метеорологические условия межфазных и вегетационного периодов возделывания нута

(2012 -2016 гг.)

Показатель	Период		
	всходы - цветение	цветение – полная спелость	всходы – полная спелость
Продолжительность периода, дн.	43	47	90
Среднесуточная температура воздуха, °C	19,8	24,2	22,0
Сумма температур, °C	836,3	1126,0	1962,3
Сумма осадков, мм	84,6	70,1	154,8
Относительная влажность воздуха, %	60,0	54,2	57,2
ГТК	1,01	0,62	0,79

Сумма осадков, относительная влажность воздуха и ГТК второй половины вегетации были ниже в сравнении с периодом «всходы – цветение», однако благодаря

высокой засухоустойчивости это не вызывало угнетающего действия на развитие растений.

В годы исследований средняя продолжительность вегетационного периода нута составляла 90 дней. Межфазные периоды «всходы-цветение» и «цветение-полная спелость» были близки по продолжительности и составляли 43 и 47 дней соответственно.

Величины урожайности и содержания белка в зерне нута изменялись под влиянием метеорологических условий в годы исследований. В среднем урожайность составляла 1,65 т/га и находилась в интервале от 1,37 т/га в острозасушливом 2013 г. до 2,06 т/га в засушливом 2015 году (рис. 1).

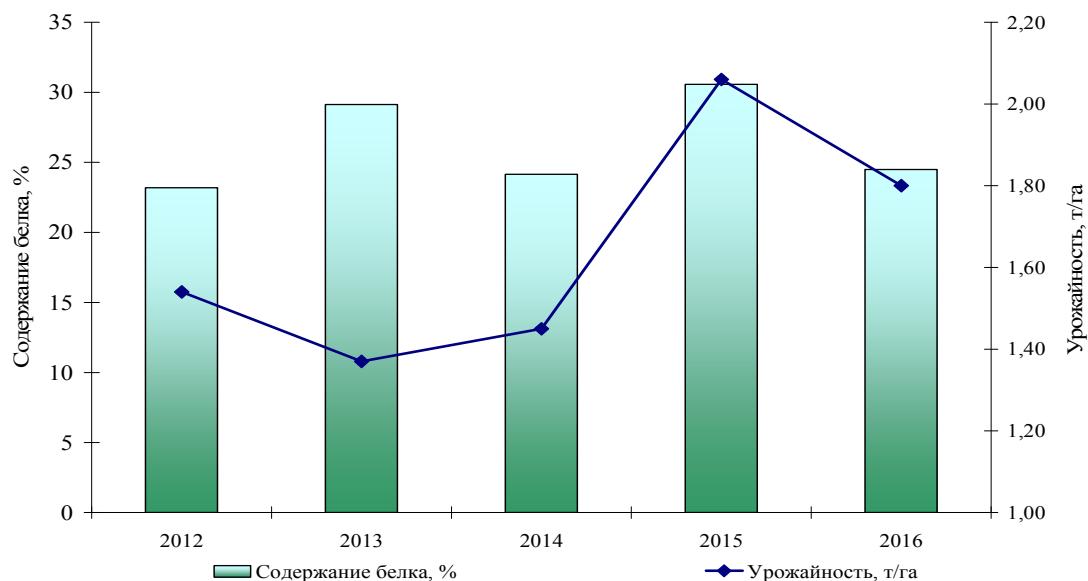


Рис. 1. Урожайность нута и содержание белка в зерне нута в годы исследований

Содержание белка в зерне нута также изменялось по годам и колебалось от 23,18% в 2012 году до 30,57% в 2015 году (в среднем 26,30%).

Метеорологические условия оказывали влияние на продолжительность вегетационного периода. Корреляционный анализ влияния метеорологических условий на вегетационный период нута выявил сильное влияние осадков ( $r = 0,92$ ) и суммы температур ( $r = -0,86$ ) на его продолжительность, таким образом, в засушливых условиях вегетационный период сильно сокращается в сравнении с благоприятными (рис. 2).

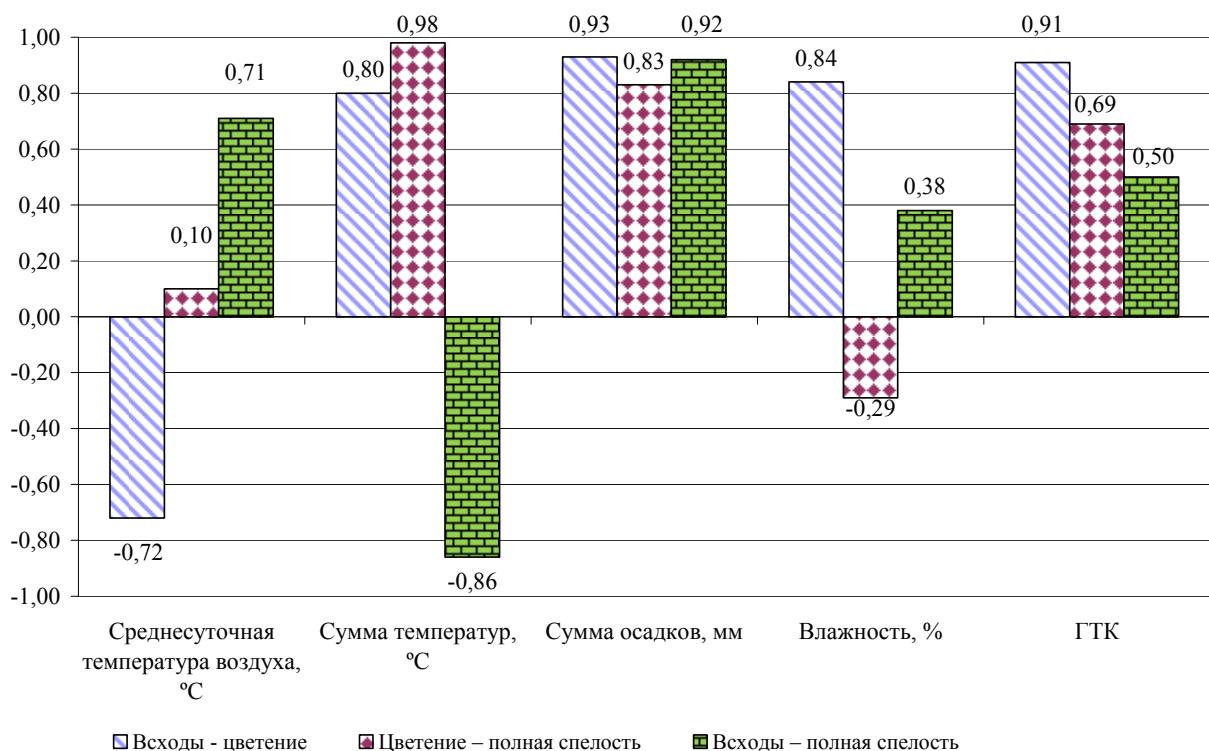


Рис. 2. Влияние метеоусловий на продолжительность межфазных и вегетационного периодов (2012-2016 гг.).

Все метеорологические условия оказывали сильное влияние на продолжительность первой половины вегетации: среднесуточная температура ( $r = -0,72$ ), сумма температур ( $r = 0,80$ ), сумма осадков ( $r = 0,93$ ), относительная влажность воздуха ( $r = 0,84$ ), ГТК ( $r = 0,91$ ). Таким образом, в благоприятных условиях тепло- и влагообеспеченности растений нута продолжительность периода «всходы - цветение» увеличивается.

Наиболее сильное положительное влияние на продолжительность периода «цветение - полная спелость» оказали сумма температур ( $r = 0,98$ ) и осадки ( $r = 0,83$ ).

Продолжительность вегетационного периода не оказала сильного влияния на содержание белка ( $r = 0,19$ ) и урожайность зерна ( $r = 0,27$ ), однако при более длительном периоде «цветение - полная спелость» происходит большее накопление белка ( $r = 0,95$ ) и увеличение урожайности зерна ( $r = 0,41$ ), и наоборот, снижение данных показателей при длительном периоде «всходы - цветение» –  $r = -0,53$  и  $r = -0,54$  соответственно.

Метеорологические условия в период «всходы- цветение» оказывали отрицательное влияние на содержание белка в зерне нута. Наиболее сильное воздействие на этот показатель качества зерна оказала сумма температур ( $r = -0,77$ ), как следствие, при увеличении суммы температур за период отмечалось снижение содержания белка в зерне нута.

В период «цветение-полная спелость» сильная положительная корреляционная связь содержания белка отмечалась с суммой температур ( $r = 0,90$ ), осадков ( $r = 0,87$ ) и ГТК ( $r = 0,76$ ).

Метеоусловия оказывали разнонаправленное действие на содержание белка в период от всходов до полной спелости. Так, средняя положительная корреляционная зависимость отмечалась с суммой температур ( $r = 0,50$ ), а с относительной влажностью воздуха ( $r = -0,42$ ) и ГТК ( $r = -0,44$ ) средние отрицательные (рис. 3).

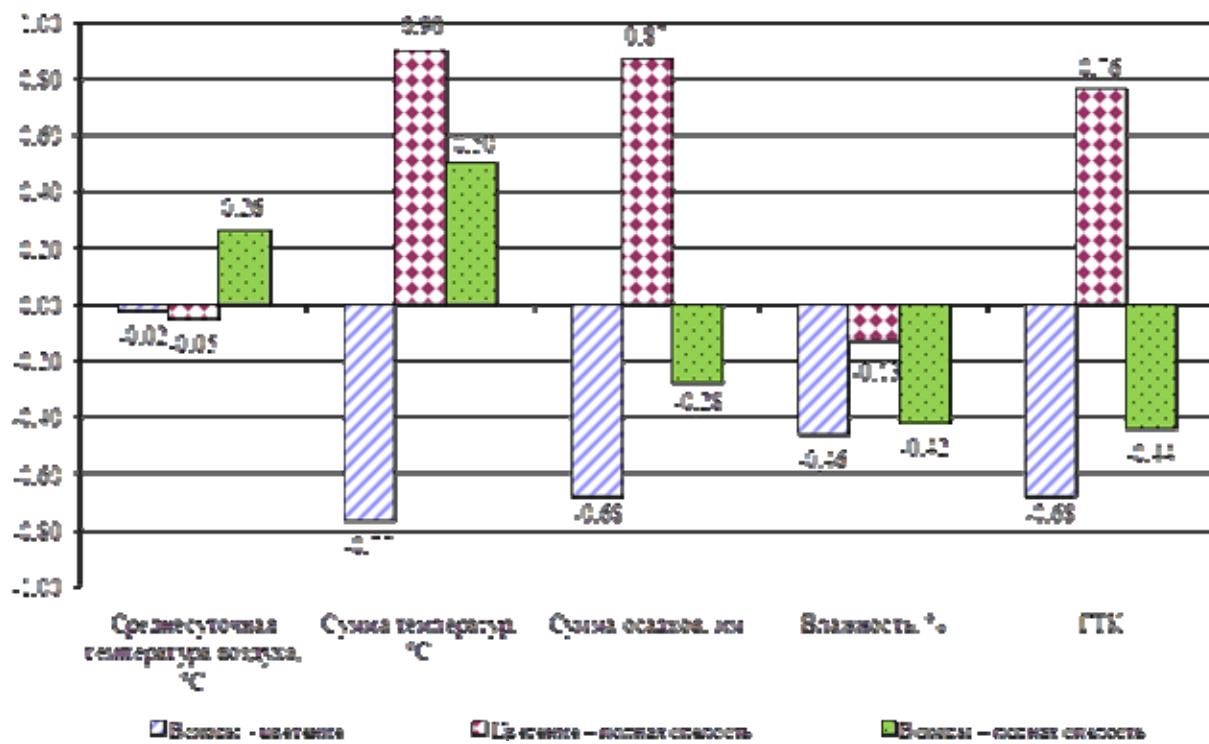


Рис. 3. Зависимость содержания белка в зерне нута от метеоусловий (2012-2016 гг.)

Корреляционный анализ урожайности нута с метеорологическими условиями выявил слабую взаимосвязь с суммой осадков ( $r = 0,08$ ) и величиной ГТК ( $r = 0,13$ ) за период «всходы - цветение», остальные показатели имели среднюю корреляционную зависимость. В этот период развития растения нута отрицательно относятся к высоким среднесуточным температурам ( $r = -0,54$ ) и сумме температур ( $r = -0,61$ ) (рис. 4).

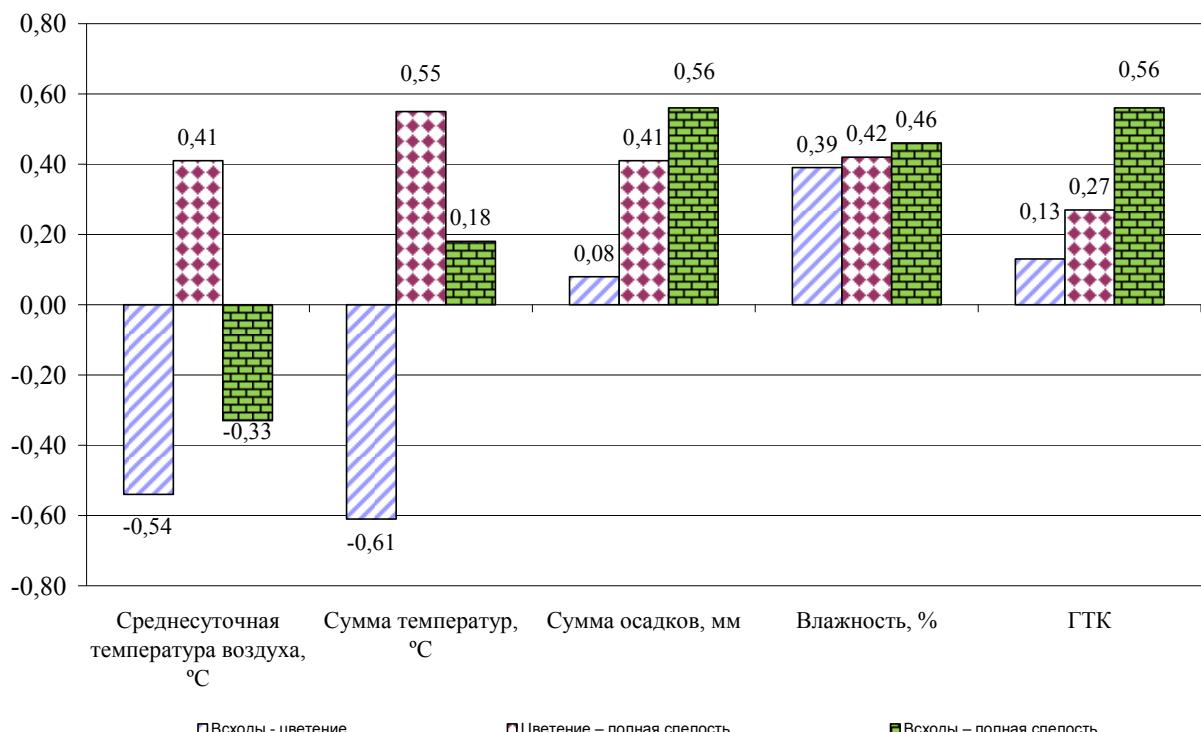


Рис. 4. Влияние метеоусловий в межфазный и вегетационные периоды на урожайность нута (2012-2016 гг.)

В межфазный период «цветение-полная спелость» все метеорологические показатели положительно коррелировали с урожайностью. Наиболее высокое значение отмечалось с суммой температур ( $r = 0,55$ ).

Анализ совместного влияния суммы осадков и температур на урожайность позволяет сделать вывод о том, что наибольшая урожайность нута формируется при выпадении осадков в интервале от 200 до 220 мм и сумме температур от 1750 до 1950 °C (рис. 5)

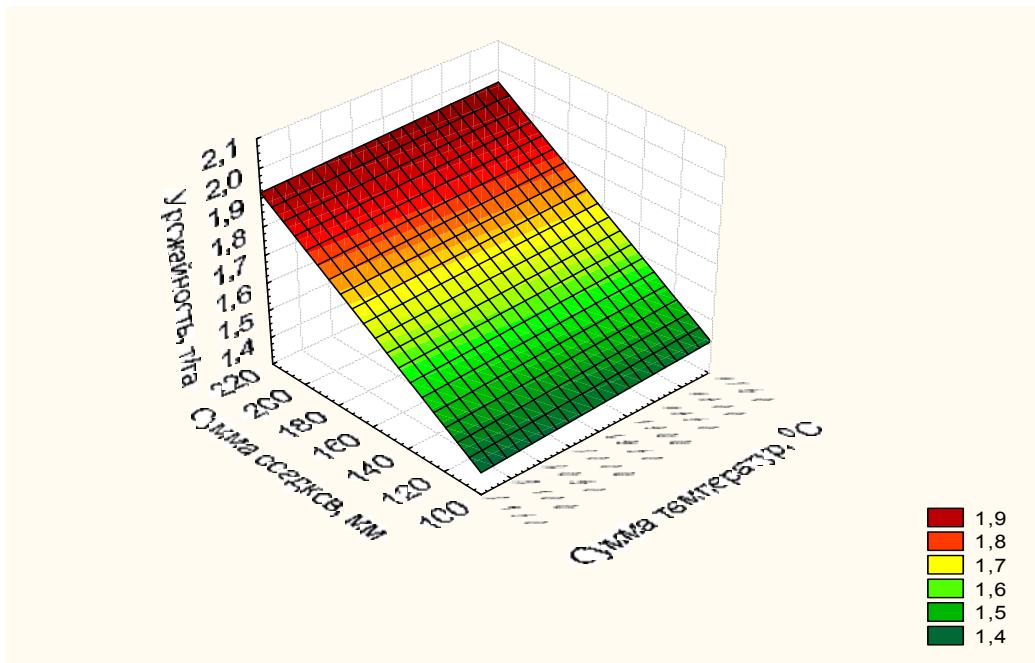


Рис. 5. Влияние суммы осадков и суммы температур за вегетационный период на урожайность нута

Данная зависимость выражается уравнением регрессии:

$$X=1,2388+0,0045x-0,0001y,$$

где  $X$  – урожайность, т/га;  $x$  – сумма осадков за вегетационный период, мм;  $y$  – сумма температур воздуха за вегетационный период, °C; 0,0045 и 0,0001 – коэффициенты регрессии; 1,2388 – константа.

Из уравнения регрессии следует, что урожайность нута возрастает на 0,0045 т/га с каждым дополнительным 1мм осадков и уменьшается на 0,0001 т/га при увеличении суммы температур на 1°C.

Совместное влияние суммы температур и осадков позволяет сделать заключение о том, что наибольшее содержание белка в зерне нута формируется при сумме температур 2100-2150 °C и сумме осадков 100 -120 мм за вегетацию (рис. 6).

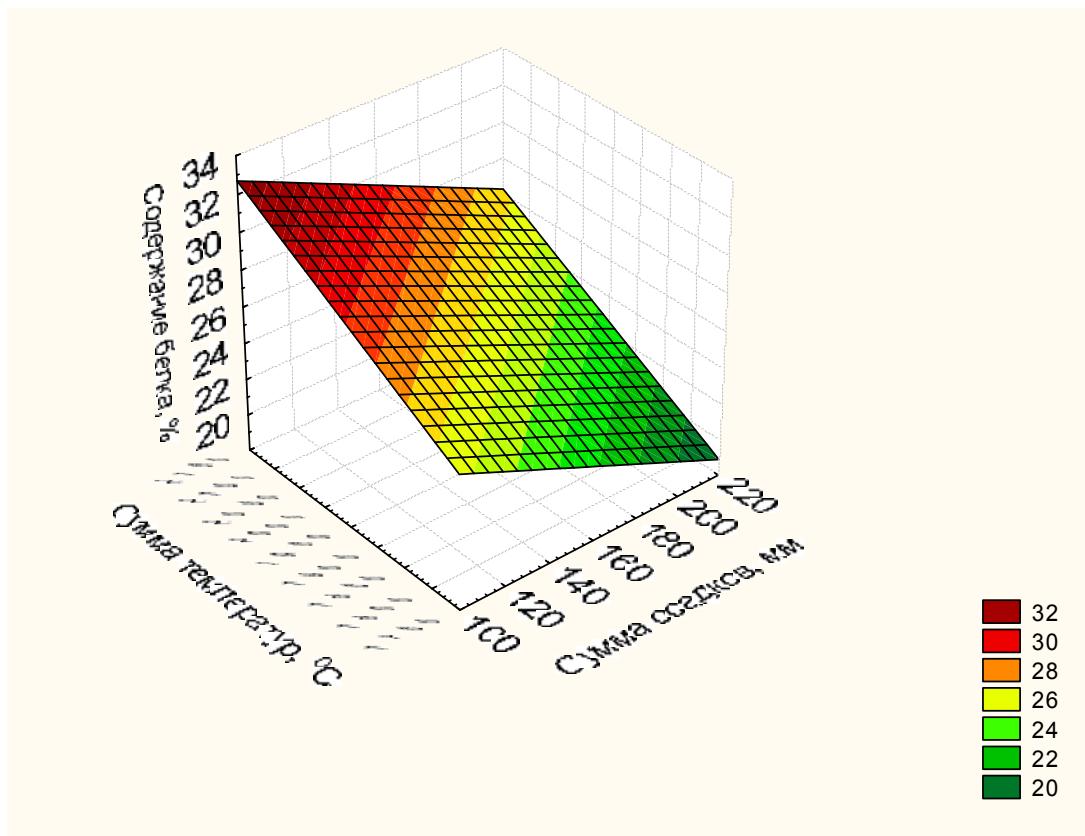


Рис. 6. Влияние суммы осадков и суммы температур за вегетационный период на содержание белка в зерне нута

Данная взаимозависимость выражается уравнением регрессии:

$$X = -5,2608 - 0,0557x + 0,0205y,$$

где  $X$  – содержание белка в зерне нута, %;  $x$  – сумма осадков за вегетационный период, мм;  $y$  – сумма температур воздуха за вегетационный период,  $^{\circ}\text{C}$ ; 0,0557 и 0,0205 – коэффициенты регрессии; -5,2608 – константа.

Из уравнения регрессии следует, что содержание белка в зерне уменьшается на 0,0557% при увеличении влагообеспеченности на 1мм и возрастает на 0,0205% при повышении теплообеспеченности посева на  $1^{\circ}\text{C}$ .

### Выводы.

1. Корреляционный анализ выявил сильную связь продолжительности вегетационного периода нута от количества осадков ( $r = 0,92$ ) и суммы температур ( $r = -0,86$ ).
2. На содержание белка в зерне нута большое положительное влияние оказывали метеорологические условия во второй половине вегетации: сумма температур ( $r = 0,90$ ), осадков ( $r = 0,87$ ) и ГТК ( $r = 0,76$ ).
3. В годы исследований осадки и температура воздуха по-разному влияли на урожайность и содержание белка в зерне. Так, наибольшая урожайность формировалась при сумме

осадков 200-220 мм и сумме температур 1750-1950 °С, а наибольшее содержание белка в зерне нута отмечалось при сумме температур 2100-2150 °С и сумме осадков 100-120 мм.

### **Литература**

1. Турина, Е.Л. Биологические препараты в агротехнологиях выращивания зернобобовых культур / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич // Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке: Сборник научных статей. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 252-260.
2. Бодягин, Я.М. Нут в степной зоне Хакасии / Я.М. Бодягин, Т.П. Кызынгашева // Кормопроизводство. – 2006. – №2. – С.20-21.
3. Пимонов, К.И. Рекомендации по выращиванию нута на Дону / К.И. Пимонов, Е.В. Агафонов, Е.И. Пугач. – п. Персиановский: ДонГАУ, 2010. – 40 с.
4. Германцева, Н.И. Нут на полях засушливого Поволжья / Н.И. Германцева // Земледелие. – 2009. – №5.– С.13.
5. Лисакова, Т.В. Нут - чудо культуры / Т.В. Лисакова // Земледелие. – 2001. – №6. – С.42.
6. Пащенко, Л.П. Некоторые сведения о нуте и применении его в продуктах питания / Л.П. Пащенко, Е.Е. Курчаева, Ю.А. Кулакова, Е.А. Яковлев // Хранение и переработка сельхозсырья. –2004. – №4. – С.59.
7. Бельтиков, Л.П. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону / Л.П. Бельтиков, А.А. Гриценко. – Зерноград, 1993. – 226 с.
8. Кива, А.А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости и технологических процессов в животноводстве / А.А. Кива, В.М. Рабштына, В.И. Сотников. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.
9. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П. Лосев, Л.Л. Журина. – М.: КолосС, 2004. – 301 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го издания доп. и перераб., 1985 г./ Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.

### **Literature**

1. Turina, E.L. Biologic preparations in agrotechnologies of legumes growing / E.L. Turina, R.A. Kulinich // Formation and development of agricultural science in XXI-st century: The collection of research papers. – v. Solenoe Zaymishche, FSBSI ‘PNIIAZ’, 2016. – PP.252-260.

2. Bodyagin, Ya.M. Chickpea in the steppe zone of Khakasiya / Ya.M. Bodyagin, T.P. Kzyngasheva // Fodder production. – 2006. – №2. – PP.20-21.
3. Pimonov, K.I. Recommendations on chickpea growing on Don / K.I. Pimonov, E.V. Agafonov, E.I. Pugach. – v. Persiyanovsky: DonSAU, 2010. – 40p.
4. Germantseva, N.I. Chickpea on the fields of dry Povolzhie / N.I. Germantseva // Agriculture. - 2009. -№5.-PP.13.
5. Lisakova, T.V. Chickpea is a mysterious crop / T.V. Lisakova // Agriculture. – 2001. – №6. – PP.42.
6. Pashchenko, L.P. Some information about chickpea and its use in food products / L.P. Pashchenko, E.E. Kurchaeva, Yu.A. Kulakova, E.A. Yakovlev // Storage and processing of agricultural raw material. – 2004. – №4. – PP.59.
7. Beltyukov, L.P. The application of fertilizers for grain crops on Don / L.P. Beltyukov, A.A. Gritsenko. – Zernograd, 1993. – 226p.
8. Kiva, A.A. Bioenergetic estimation and decrease of energy and technological processes in husbandry / A.A. Kiva, V.M. Rabshtyna, V.I. Sotnikov. – M.: Agropromizdat, 1990. – 175 p.
9. Losev, A.P. Agrometeorology / A.P. Losev, L.L. Zhurina. – M.: KolosS, 2004. – 301p.
10. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results): the book for the Higher Agricultural Establishments. – Stereotype Issue. Reprint from the 5-th Issue, appr., add, 1985 / B.A. Dospekhov. – M.: Aliyans, 2014.– 351p.