

이슈브리프 871호
(2026. 7.24)

AI×Bio 시대 생물학적 설계정보 통제와 국가안보: 미국의 핵산합성스크리닝 입법동향과 한국의 과제

제871호

김현중 nicolas0121@inss.re.kr



국문초록

2026년 6월 글로벌 주요 AI 기업 지도자, 핵산합성산업 관계자, 생명과학자, 국가안보 전문가들은 미 의회에 의무적 핵산합성스크리닝과 기록보존을 촉구하는 공개서한을 전달하였다. 이는 AI가 생명과학 지식, 후보서열 설계, 실험절차, 공급업체 탐색, 스크리닝 회피 가능성까지 지원할 수 있게 되면서, 디지털 생물학 정보가 실제 DNA·RNA로 전환되는 공급망 관문에 대한 통제 필요성이 커지고 있음을 보여준다. 미국의 입법 움직임도 이러한 변화를 반영한다. 「2026년 바이오안보 현대화 및 혁신법」은 핵산합성기업과 합성장비 공급자에 대한 서열 스크리닝, 고객확인, 기록보존, 분할주문 탐지, 적합성 평가, 기술표준 개발을 포함하고 있으며, 2027회계연도 미 상원 국방수권법안은 인간 또는 AI가 설계한 합성 DNA·RNA 디지털 서열과 합성 단백질 정보를 우려 외국기관에 제공하는 것을 제한하려 한다.

이는 미국이 생물학적 물질뿐 아니라 디지털 서열정보, AI 설계정보, 합성생물학 공급망을 국가안보 차원에서 관리하려는 전략적 전환을 의미한다. 한국은 이러한 흐름을 단순한 해외 규제동향이 아니라 글로벌 바이오경제안보 질서 재편의 신호로 인식할 필요가 있다. 핵산합성스크리닝은 규제 비용을 수반하지만, 동시에 한국 바이오산업이 신뢰 가능한 글로벌 공급망에 참여하기 위한 전략적 인프라가 될 수 있다. 따라서 국내 핵산합성 생태계 실태조사, 국가 R&D와 바이오파운드리 중심의 단계적 적용, 서열 스크리닝·고객확인·기록보존·의심주문 보고체계 구축, 관계부처 거버넌스 정비, AI·바이오 설계도구 관리, 국제협력과 표준화 전략을 병행할 필요가 있다.

키워드: 합성생물학, 바이오안보, 핵산합성, AI×BIO, 국가안보

2026년 6월 3일, AI·생명과학·바이오산업·국가안보 분야의 주요 인사들은 美 의회에 「의무적 핵산합성 스크리닝과 기록보존을 지지하는 공개서한」¹⁾을 전달하였다. 이 서한에는 OpenAI의 샘 올트먼, Anthropic의 다리오 아모데이, Google DeepMind의 데미스 허사비스, Microsoft AI의 무스타파 술레이만, Meta의 알렉산더 왕 등 글로벌 주요 AI 기업의 최고 책임자들이 참여해 주목을 받았다. 공개서한은 합성 DNA·RNA 주문기술이 백신, 진단, 신약개발, 기초연구를 촉진하는 핵심 인프라이지만, 동시에 디지털 서열정보를 물리적 유전물질로 전환하는 첨단 바이오 공급망의 핵심 관문이라는 점에 주목한다. 특히 AI가 생명과학 지식, 실험절차, 후보서열 설계, 공급업체 탐색, 스크리닝 회피 가능성까지 지원할 수 있게 되면서, 과거 비전문가의 접근을 제한했던 지식 장벽이 약화될 수 있다는 우려가 커지고 있다. 이러한 문제의식은 미국 내 입법 움직임과도 맞물려 있다. 美 상원에서는 2026년 1월 29일 공화당 톰 코튼 의원과 민주당 에이미 클로버샤 의원이 「Biosecurity Modernization and Innovation Act of 2026」 (2026년 바이오안보 현대화 및 혁신법)을 초당적으로 발의하였다.²⁾ 이 법안은 상무부장관에게 법률 시행 후 1년 이내에 핵산합성 관련 보안을 개선하기 위한 규정을 마련하도록 요구한다.

또한 미국의 초당적 상원의원 그룹은 유전물질이 생물무기 제작에 활용될 위험을 낮추기 위해 2027 국방수권법안에 인간 또는 AI가 설계한 합성 DNA, RNA의 디지털 서열이나 합성 단백질 정보가 우려되는 외국기관에 제공하는 것을 금지하는 규정을 추가하려 하고 있다.³⁾ 이는 핵산합성

1) An Open Letter. *In Support of Mandatory Nucleic Acid Synthesis Screening and Recordkeeping*, June 2026, available at <https://screendna.org/>

2) David Malakoff. "AI executives join call for stricter regulation of synthetic biology: Letter urges Congress to require DNA firms to screen orders to prevent AI-aided bioweapons," *Science*, June 4, 2026, <https://www.science.org/content/article/ai-executives-join-call-stricter-regulation-synthetic-biology>

3) Roxana Tiron, "Senators Seek Stricter DNA Screening to Stop Bioweapons Spread" *Bloomberg Government*, July 6, 2026, <https://news.bgov.com/bloomberg-government-news/senators-seek-stricter-dna-screening-to-stop-bioweapons-spread>

스크리닝 의무화 법안과 별개이지만, 미국이 물리적 생물학적 물질뿐 아니라 디지털 서열정보와 AI 설계정보까지 국가안보 관점에서 관리하려는 방향으로 이동하고 있음을 보여준다. 따라서 미국의 최근 움직임은 단순한 생명공학 규제 강화가 아니라, AI×Bio 시대의 생물학적 지식, 디지털 서열정보, 합성생물학 공급망을 바이오안보 체계로 통합하려는 전략적 전환으로 볼 수 있다. 한국도 이를 미국 내부의 규제 논쟁으로만 볼 것이 아니라, 향후 글로벌 바이오경제 질서에서 신뢰 가능한 공급망의 최소조건이 형성되는 과정으로 인식할 필요가 있다.

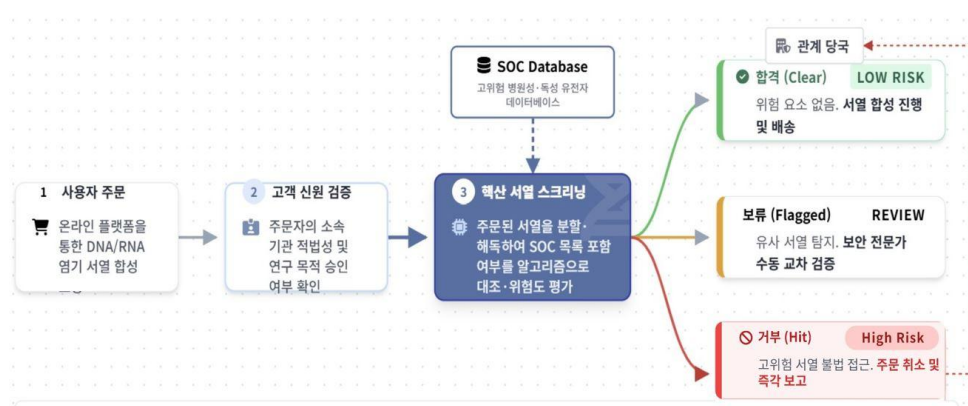
핵산합성스크리닝이란

핵산합성스크리닝은 합성 DNA·RNA 주문이 실제 제작·배송되기 전에 해당 서열과 주문자의 적정성을 검토하는 바이오안보 절차이다. 일반적으로 핵산합성 기업은 고객이 제출한 DNA·RNA 서열을 기존 병원체, 독소, 병원성 인자 등과 관련된 우려서열(Sequence of Concern; SOC) 데이터 베이스와 대조하고, 동시에 주문자가 정당한 연구자·기관·기업인지 확인한다. 이 과정에서 주문서열이 명백히 안전한 경우에는 제작과 배송이 진행되지만, 우려서열과 유사하거나 주문 목적이 불분명한 경우에는 추가 검토, 보류, 거절, 또는 관계당국 보고가 이루어질 수 있다.

또한, 다음 [그림. 1]에서 보드시피 핵산합성스크리닝은 단순히 “위험한 서열을 찾아내는 기술적 절차”에 그치는 것이 아니라, 고객확인·서열 검토·위험판정·기록보존을 결합한 공급망 관리체계이다. 같은 서열이라도 누가, 어떤 목적으로, 어떤 기관에서, 어떤 실험환경에서 사용하는지에 따라 위험성이 달라질 수 있기 때문이다. 따라서 핵산합성 스크리닝은 크게 두 축으로 구성된다. 첫째는 주문된 서열 자체가 병원체, 독소, 병원성 기능 등과 관련되는지 확인하는 서열 스크리닝이다. 둘째는

주문자의 신원, 소속기관, 연구목적, 배송지, 이전 거래 이력 등을 확인하는 고객 스크리닝이다. 여기에 주문자료와 서열정보를 일정 기간 보존하는 기록관리 절차가 결합되면, 사전 차단뿐 아니라 사후 추적과 책임성 확보도 가능해진다.

[그림. 1] 핵산합성스크리닝 절차⁴⁾



이러한 점에서 핵산합성스크리닝은 디지털 생물학 정보가 물리적 유전 물질로 전환되는 지점을 관리하는 공급망 보안체계라고 할 수 있다. 연구자가 컴퓨터상에서 설계하거나 AI가 제안한 서열은 디지털 형태로 존재하며 그 자체로는 물리적 위해를 발생시키지 않는다. 그러나 해당 서열이 합성기업을 통해 DNA·RNA로 제작되는 순간, 디지털 정보는 생물학적 기능을 가진 물질로 전환된다. 핵산합성 스크리닝은 바로 이 전환 지점에서 악의적 이용 가능성을 줄이기 위한 제도적 관문이다.

4) AI-designed by Genspark: 원본 [김현중, 바이오 안보 전략 I: 한국형 「핵산 합성 스크리닝」 제도의 도입 필요성, 『INSS 전략보고』, No. 314, 2025.03.11. 국가안보전략연구원].

AI×Bio 시대 새로운 바이오공급망의 부상과 핵산합성스크리닝의 역할

핵산합성스크리닝은 디지털 서열정보가 실제 DNA·RNA로 제작되는 전환 지점을 관리하는 제도적 관문으로서 AI와 생명공학이 결합하는 AI×Bio 시대에 더욱 중요해지고 있다. AI는 방대한 생명과학 문헌과 유전체 데이터를 분석하고, 단백질 구조를 예측하며, 특정 기능을 갖는 후보서열을 제안하고, 실험 절차를 최적화하는 데 활용된다. 여기에 상업적 핵산합성 서비스, 자동화 실험실, 클라우드 기반 생물학 설계 도구가 결합되면, 과거 대형 연구기관에 집중되었던 생명공학 역량이 소규모 연구팀이나 개인에게도 확산될 수 있다. 이는 백신·치료제·진단기술 개발을 촉진하는 긍정적 변화이지만, 동시에 악의적 행위자가 전문지식과 물리적 제조역량의 일부를 외부 서비스로 대체할 수 있는 환경을 조성한다.

AI×Bio 시대의 핵심 위험은 지식 장벽과 스크리닝 장벽이 동시에 약화될 수 있다는 데 있다. 기존에는 병원체나 독소를 설계·제작하기 위해 상당한 생물학 전문성, 실험경험, 장비 운용능력이 필요했다. 그러나 고성능 AI 시스템은 병원체 관련 지식, 실험절차, 문제 해결 방법, 필요한 장비와 공급업체 정보를 비전문가에게도 제공할 수 있다. 더 나아가 AI는 알려진 위험서열과의 직접적 유사성을 낮추면서도 구조나 기능이 유사한 신규 서열을 제안할 수 있다. 이 경우 기존의 서열 일치 검색 중심 스크리닝은 한계를 가질 수밖에 없다. 특히 AI가 생성한 서열이 기존 데이터베이스에 없는 신규 서열이거나, 병원체 유전체를 여러 조각으로 분할해 서로 다른 공급자에게 주문하는 방식이 활용될 경우 탐지와 차단은 더욱 어려워질 수 있다.

따라서 AI×Bio 시대의 핵산합성스크리닝은 단순히 위험서열을 데이터 베이스와 대조하는 절차를 넘어, 구조·기능·병원성·독성·숙주범위·유전체 맥락을 함께 고려하는 방향으로 발전할 것으로 예측된다. 미국의 「2026년 바이오안보 현대화 및 혁신법」이 우려서열 목록의 구축·갱신, 분할주문 탐지, 고객 및 주문 스크리닝 프로토콜의 시험·평가 뿐만 아니라 sequence-to-function 모델 연구를 포함하는 것도 이러한 문제의식과 연결된다.⁵⁾ 결국 핵산합성스크리닝은 연구현장의 내부 안전 조치를 넘어, AI가 생성한 생물학적 설계정보가 실제 물질로 전환되는 경로를 관리하는 바이오안보 공급망 체계로 부상하고 있다.

미국의 입법화 움직임과 전략적 합의

A 「2026년 바이오안보 현대화 및 혁신법」: 공급망 관리와 기술표준 경쟁
그동안 미국에서는 2009년 International Gene Synthesis Consortium 결성 이후 주요 핵산합성기업들이 주문서열과 고객을 자발적으로 심사해 왔고, 일부 연방정책도 정부 연구비를 받는 기관이 스크리닝을 수행하는 공급자를 이용하도록 유도해 왔다. 그러나 자율규범은 참여하지 않는 기업, 신규 사업자, 해외 공급자, 자체 합성장비를 이용한 분산형 생산을 포괄하기 어렵다는 한계를 갖는다. 「2026년 바이오안보 현대화 및 혁신법」은 이러한 한계를 보완하려는 본격적인 입법 시도이다. WSJ 보도에 따르면, 입법 지지자들은 행정명령이나 연방연구비 조건의 영향을 받는 기관, 또는 자발적으로 스크리닝을 수행하는 기업에만 적용되는 방식으로는 충분하지 않으며, 모든 합성 핵산 구매자에게 적용되는 법률이 필요하다고 주장하였다.⁶⁾

5) 미국 의회, 「Biosecurity Modernization and Innovation Act of 2026」, S.3741, 119th Cong., 2nd Sess., 2026년 1월 29일 상원 발의, <https://www.congress.gov/bill/119th-congress/senate-bill/3741/text>.

6) Amrith Ramkumar, "Top AL CEOs Call for Law Protecting Against Biological Weapons," *Wall Street Journal*, June 3rd 2026.

이 법안은 합성 핵산을 미국 내 고객에게 판매하는 기업뿐 아니라 핵산합성장비를 생산·유통·판매하는 사업자도 규제대상에 포함한다. 이는 미국의 관리 대상이 합성서비스 주문에서 합성 역량 자체로 확대되고 있음을 보여준다. 법안은 상무부 장관이 법률 시행 후 1년 이내에 핵산합성 보안 규정을 마련하도록 요구하며, 우려서열 스크리닝, 고객 신원과 정당성 확인, 우려서열 목록의 구축과 갱신, 분할주문 탐지, 적합성 평가, 감사, 무작위 레드팀 시험, 신속검토 및 면제 절차, 연방 자금 수령자의 준수 공급자 이용 조건 등을 포함한다. 특히 적합성 평가와 레드팀 시험은 스크리닝이 기업의 선언적 준수에 그치지 않고 실제 작동 여부를 검증받는 규제체계로 발전할 수 있음을 의미한다.

이 법안의 전략적 의미는 단순한 규제 강화에 있지 않다. 미국은 핵산합성스크리닝을 위협한 주문을 차단하기 위한 안전장치인 동시에, 신뢰 가능한 바이오경제 생태계를 구축하기 위한 시장규칙으로 활용하고 있다.

특히 주목할 점은 핵산합성스크리닝이 미국 내 AI 규제 논쟁에서 비교적 넓은 합의가 가능한 실용적 안전조치로 부상하고 있다는 점이다. 광범위한 AI 모델 규제나 오픈소스 제한에는 신중한 입장을 보여온 David Sacks 前 백악관 AI·암호화폐 특별보좌관 겸 現 대통령 과학 기술자문위원회 공동의장도 팟캐스트에 출연해서 핵산합성스크리닝 제도를 AI 규제포획 논란과는 구분되는 현실적 하류 안전장치로 다루었다.⁷⁾ 이는 합성 DNA·RNA 주문 단계에서의 스크리닝이 AI 모델 접근 자체를 포괄적으로 통제하는 방식보다 정치적 수용성이 높은 정책수단으로 인식되고 있음을 시사한다.

7) Apple Podcasts, “Anthropic’s Fable Backlash, Nationalizing AI, Inflation Heats Up & California’s Broken Election,” *All-in with Chamath, Jason, Sacks & Friedberg*, June 13, 2026, segment “The AI regulatory capture trap, pragmatic safety solutions,” 29:16 ~ 37:59.

입법화가 현실화될 경우 글로벌 핵산합성 시장은 보안기준을 충족한 공급망과 그렇지 않은 공급망으로 분화될 가능성이 크다. 미국 연구 기관, 제약기업, 방산기관, 공공조달망과 거래하려는 해외 기업은 미국 기준에 준하는 서열 스크리닝, 고객확인, 기록보존, 적합성 평가 역량을 요구받을 수 있으며, 이는 한국의 합성 DNA·RNA 서비스 기업, 바이오 파운드리, AI 기반 단백질·유전자 설계기업, CRO/CDMO 기업에도 직접적 영향을 미칠 수 있다.

B. 국방수권법: 디지털 바이오 정보의 국가안보화와 수출통제 확장

미국의 또 다른 중요한 움직임은 핵산합성의 물리적 공급망을 넘어 디지털 바이오 정보 자체를 국가안보상 민감정보로 관리하려는 시도이다. 2027 美 상원 국방수권법안 제882조는 국방부와 계약·보조금·협력 협정 등으로 연결된 기관이 우려 외국기관에 인간 또는 AI가 설계한 합성 DNA·RNA의 디지털 서열이나 합성 단백질 정보를 제공하는 것을 금지하도록 규정한다. 이는 핵산합성스크리닝 의무화 법안과는 별개의 흐름이지만, 미국의 바이오안보 정책이 물리적 물질 통제에서 디지털 설계정보 통제로 확장되고 있음을 보여준다. 이 조항이 중요한 이유는 통제대상이 병원체 샘플이나 독소 같은 물리적 물질에 한정되지 않기 때문이다. AI×Bio 시대에는 특정 DNA·RNA 서열, 단백질 설계 정보, 기능예측 모델, 자동화 실험 워크플로우가 실제 생물학적 기능을 구현할 수 있는 설계도 역할을 할 수 있다. 따라서 디지털 서열정보는 단순한 연구데이터가 아니라, 합성기술과 결합될 경우 물리적 생물학적 물질로 전환될 수 있는 민감정보로 재분류되고 있다.

이는 바이오 분야의 수출통제 레짐이 변화하고 있음을 시사한다. 전통적 수출통제는 병원체, 독소, 장비, 시약 등 물리적 품목의 이전을 중심으로

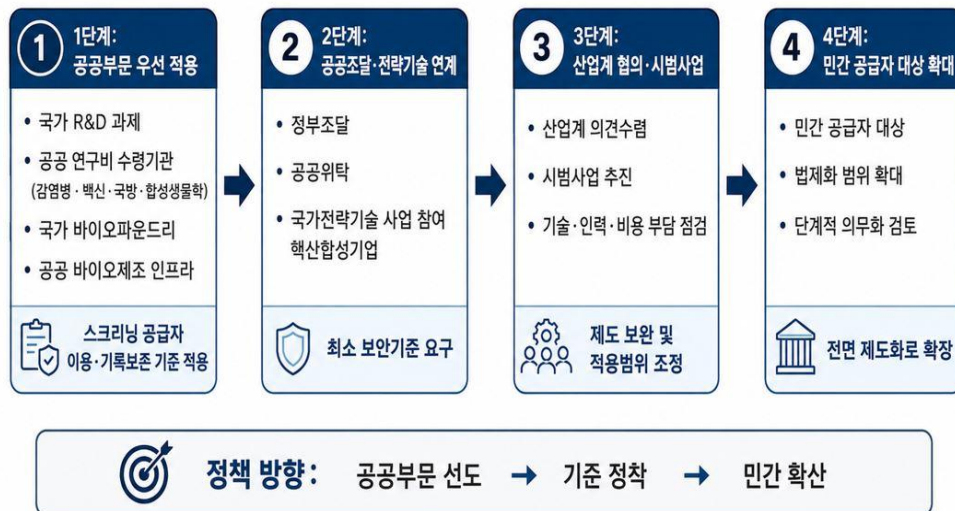
구성되었다. 그러나 AI와 합성생물학이 결합하면서 통제의 초점은 생물학적 기능을 구현할 수 있는 디지털 정보, 설계모델, 데이터세트, 알고리즘, 자동화 프로토콜로 확장되고 있다. 즉, 통제대상이 “물질”에서 “물질을 만들 수 있는 정보와 역량”으로 이동하고 있는 것이다. 결국 핵산합성스크리닝이 합성 DNA·RNA가 실제 제작되는 관문을 관리하는 제도라면, 국방수권법상의 디지털 바이오 정보 통제는 그 이전 단계인 설계정보와 AI 생성정보의 해외 이전을 관리하는 제도이다. 두 흐름은 별개의 법안에 담겨 있지만, 함께 보면 미국이 생물학적 위험을 생성할 수 있는 지식·데이터·설계·공급망 전체를 국가안보 차원에서 관리하려 한다는 점을 보여준다. 한국 역시 핵산합성스크리닝을 단순한 생물안전 규정의 일부가 아니라, 디지털 바이오 정보 관리와 수출통제 레짐의 변화까지 포괄하는 국가 바이오경제안보 전략의 핵심 요소로 재정의할 필요가 있다.

한국의 전략적 대응 방향

미국의 입법화 움직임은 한국에도 중요한 정책적 과제를 제기한다. 한국은 합성생물학 육성, 바이오파운드리 구축, 첨단바이오 제조역량 강화, 백신·감염병 대응 역량 확대를 동시에 추진하고 있다. 그러나 합성 DNA·RNA의 주문·제작·유통 과정에서 서열 스크리닝, 고객 확인, 기록보존, 의심주문 보고를 포괄하는 국가 차원의 관리체계는 아직 충분히 제도화되어 있지 않다. 미국과 주요국이 핵산합성스크리닝을 의무화할 경우, 한국 기업과 연구기관도 국제공동연구, 미국 조달, 글로벌 제약사 협력, 바이오파운드리 연계 과정에서 보안준수 역량을 요구받을 가능성이 크다. 따라서 핵산합성스크리닝은 산업을 억제하는 규제가 아니라, 한국 바이오산업이 글로벌 신뢰 공급망에 참여하기 위한 전략적 인프라로 이해되어야 한다.

우선 국내 핵산합성 생태계에 대한 실태조사가 필요하다. 국내 DNA·RNA 합성서비스 기업, 해외 합성기업의 국내 유통망, 벤치탑 합성기와 자동화 합성장비의 수입·설치 현황, 대학·출연연·병원·기업 연구소의 자체 합성장비 보유 여부를 파악해야 한다. 또한 기업별 스크리닝 소프트웨어와 기준, 고객확인 절차, 주문기록 보존 방식, 의심 주문 발생 시 대응절차를 확인할 필요가 있다. 이 조사는 처벌 목적이 아니라 정책설계와 산업지원 목적의 기초자료 수집으로 추진되어야 하며, 기업의 영업비밀과 고객정보 보호를 전제로 해야 한다. 이러한 맥락에서 INSS는 2027년 2월 IBBIS, ACHS 등 국제단체와 함께 국내 관·산·학 전문가 및 실무담당자가 참여하는 컨퍼런스를 개최하여 국내 핵산합성스크리닝 제도 도입 방향, 산업계 부담, 국제표준과의 정합성, 정책지원 수요 등에 대한 의견을 청취할 예정이다.

제도 도입은 다음 [그림. 2]와 같이 단계적으로 추진하는 것이 바람직하다. 곧바로 모든 민간 핵산합성 거래에 법적 의무를 부과할 경우, 중소기업의 기술·인력·비용 부담과 연구현장의 과잉규제 우려가 발생할 수 있다. 따라서 국가 R&D 과제, 감염병·백신·국방·합성생물학 관련 공공 연구비 수령기관, 국가 바이오파운드리, 공공 바이오제조 인프라부터 스크리닝 공급자 이용과 기록보존 기준을 적용하는 방식이 현실적이다. 이후 정부조달, 공공위탁, 국가전략기술 사업에 참여하는 핵산합성기업에 최소 보안기준을 요구하고, 산업계 협의와 시범사업을 거쳐 민간 공급자 대상 법제화 범위를 확대할 수 있다.

[그림.2] 핵산합성스크리닝 제도 도입의 단계적 추진 방안⁸⁾

한국형 핵산합성스크리닝 체계는 최소한 서열 스크리닝, 고객확인, 기록보존, 의심주문 보고의 네 축을 포함해야 한다. 서열 스크리닝은 병원체·독소·병원성 인자·숙주범위·독성 기능 등을 고려한 우려 서열 기준을 마련하는 것에서 출발해야 한다. 다만 AI 생성서열과 신규 변형서열은 기존 병원체 서열과의 단순 유사성 검색만으로는 충분히 탐지하기 어렵다. 따라서 기능 기반 위험평가, sequence-to-function 모델, 분할주문 탐지, 주문패턴 분석을 결합하는 방향으로 발전할 필요가 있다.

고객확인과 기록보존도 핵심 요소이다. 같은 서열이라도 누가, 어떤 목적으로, 어떤 기관에서 사용하는지에 따라 위험성은 달라진다. 따라서 주문자의 신원, 소속기관, 연구목적, 배송지, 기관의 적법성,

8) AI-designed by ChatGPT (5.5 ver.)

이전 거래 이력을 확인하는 절차가 필요하다. 동시에 주문서열, 주문자 정보, 배송지, 심사결과, 추가검토 사유, 최종처리 결과를 일정 기간 보존하고, 사고 발생 시 관계기관이 적법절차에 따라 조회할 수 있는 체계를 마련해야 한다. 다만 이 과정에서 기업의 영업비밀, 고객정보, 연구기밀이 과도하게 노출되지 않도록 개인정보 보호와 데이터 보안 기준도 함께 마련되어야 한다.

또한 기업이 모호한 주문을 단독으로 판단하지 않도록 정부 차원의 의심주문 상담·보고체계를 구축할 필요가 있다. 과소차단은 보안 공백을 만들고, 과잉차단은 정상 연구를 위축시킬 수 있다. 따라서 관계부처, 바이오안보 전문가, 생명정보학 전문가, 법률전문가, 산업계가 참여하는 비공개 전문검토체계를 마련하고, 선의의 보고와 합리적 보류조치에 대해서는 법적 보호를 제공해야 한다. 중소기업에는 표준 소프트웨어, 교육, 기술지원, 비용지원이 병행될 필요가 있다.

거버넌스 측면에서는 부처 간 조정체계가 필수적이다. 핵산합성스크리닝은 과학기술정보통신부의 합성생물학 육성, 질병관리청의 병원체 안전관리, 산업통상자원부의 바이오제조 산업, 외교부의 BWC와 수출 통제, 국방부의 생물방어와 CBRN 대응, 개인정보보호위원회의 데이터 보호, 정보기관의 해외 연계위협 평가가 모두 연결되는 복합 의제이다. 따라서 기존 생물안전 규정의 일부 개정만으로는 충분하지 않으며, 국가바이오안보전략 또는 합성생물학 관련 국가계획 내에 핵산합성스크리닝 과제를 명시하고 관계부처 공동 실무협의체를 구성할 필요가 있다.

마지막으로 AI 설계도구와 디지털 바이오정보에 대한 관리도 병행되어야 한다. 핵산합성스크리닝은 디지털 설계가 실제 물질로 전환되는 관문을

관리하는 제도이지만, 주문 이전 단계의 위험까지 모두 통제할 수는 없다. AI 모델이 병원체 조작, 독소 설계, 스크리닝 회피, 실험 프로토콜 생성을 지원할 수 있다면 고위험 생물학 요청에 대한 모델 거부정책, 고성능 생물학 특화모델의 접근권한 관리, 공공 연구비로 개발된 AI·바이오 모델의 배포 기준, AI 생성서열 여부 확인 절차도 함께 검토해야 한다. 또한 미국 기준을 수동적으로 수용하는 데 그치지 않고, 일본·싱가포르·호주 등과 함께 아시아 지역의 책임 있는 합성생물학 거버넌스와 표준화 논의에도 적극 참여해야 한다.

결론

AI와 합성생물학의 결합은 생명과학 연구와 바이오경제에 중대한 기회를 제공하는 동시에, 생물학적 위협의 설계·획득·제작 장벽을 낮추는 새로운 안보위험을 제기한다. 미국의 최근 움직임은 이러한 변화를 제도적으로 반영하고 있다. 미 상원은 핵산합성 보안을 법제화하는 별도 법안을 발의하였고, 국방수권법안은 인간 또는 AI가 설계한 합성 DNA·RNA 디지털 서열과 합성 단백질 정보를 우려 외국기관에 제공하는 것을 제한하려 하고 있다. 이는 핵산합성스크리닝이 AI 안전, 바이오 안보, 공급망 안보, 기술표준 경쟁, 디지털 정보통제의 교차지점에 위치하게 되었음을 의미한다.

한국은 이를 단순한 해외 규제동향으로 볼 것이 아니라, 글로벌 바이오 경제안보 질서 재편의 신호로 인식해야 한다. 핵산합성스크리닝은 규제 비용을 수반하지만, 동시에 한국 바이오산업이 신뢰 가능한 글로벌 공급망에 참여하기 위한 전략적 인프라가 될 수 있다. 따라서 정부는 국내 핵산합성 생태계 실태조사, 국가 R&D와 바이오파운드리 중심의 단계적 적용, 서열 스크리닝·고객확인·기록보존·의심주문 보고체계

구축, 관계부처 거버넌스 정비, AI·바이오 설계도구 관리, 국제협력과 표준화 전략을 병행해야 한다. 핵산합성스크리닝은 더 이상 생명과학계 내부의 자율규범이 아니라 AI·합성생물학 시대 국가 바이오경제안보의 핵심 제도적 기반으로 자리 잡고 있다.

//끝//

본 내용은 집필자 개인의 견해이며,
국가안보전략연구원의 공식입장과는 다를 수 있습니다.